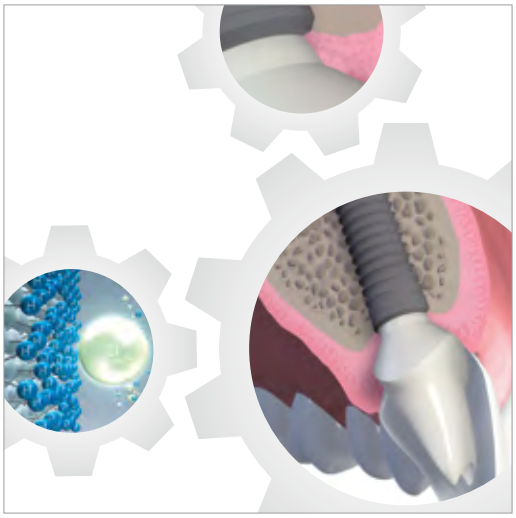
STRAUMANN® BONE LEVEL IMPLANT SYSTEM

RÉSUMÉ SCIENTIFIQUE



Straumann® Bone Level Implant System

COMMITTED TO
SIMPLY DOING MORE
FOR DENTAL PROFESSIONALS

L'ITI (International Team for Implantology) est le partenaire universitaire de l'Institut Straumann dans les domaines de la recherche et de de la formation.

SOMMAIRE

I. Introduction **2**

II. Cinq principes biologiques du Bone Control Design™ **3**
1. Respect de la distance biologique 4
2. Conception biomécanique de l'implant 5
3. Positionnement optimal des surfaces lisses et rugueuses 6
4. Contrôle du microgap 7
5. Ostéoconductivité de la surface de l'implant 8

III. Implants Straumann® Bone Level : programme de recherche scientifique **9**
1. Tests sur les propriétés biomécaniques 10
   - Résistance ultime 11
   - Résistance à la fatigue 12
   - Test de desserrage des vis 13
   - Mesures du microgap 14
   - Conclusions sur les tests des propriétés biomécaniques 15
2. Études précliniques 16
   - Stabilité primaire des implants 17
   - Préservation osseuse autour des implants Bone Level 21
   - Préservation osseuse inter-implantaire 23
   - Conclusions sur la recherche préclinique 25
3. Études cliniques 26
   - Mise en place précoce de l'implant en zone esthétique (SMILE I : 12 mois) 27
   - Mise en place précoce de l'implant en zone esthétique (SMILE I : 36 mois) 29
   - Préservation osseuse autour des implants Bone Level avec des techniques enfouies et non enfouies 31
   - Préservation osseuse autour des implants Bone Level avec des techniques enfouies et non enfouies 33
   - Conclusions sur la recherche clinique 35

Références **36**

I. INTRODUCTION

Fig. 1 : *Conception du corps de l'implant Straumann® Bone Level.*

La gamme d'implant Straumann Bone Level offre une simplicité chirurgicale et restauratrice dans toutes les indications approuvées, conçu pour simplifier le positionnement des composants et contribue à la préservation osseuse pour des résultats esthétiques prévisibles. En outre, il respecte cinq principes biologiques clés (voir Rubrique II) pour une performance prévisible.

La gamme d'implant Straumann Bone Level se base sur un vaste programme de recherche préclinique et clinique. La publication régulière d'articles scientifiques indépendants fait que cet implant est bien documenté et validé par les professionnels dentaires.

L'implant Straumann® Bone Level présente un contour externe cylindrique. Le corps de l'implant est cylindrique dans la région apicale puis devient légèrement conique dans la partie coronaire, produisant une forme légèrement fuselée. L'implant présente un filetage à son extrémité apicale avec un pas de vis de 0,8 mm (identique au filetage des implants Straumann® Tapered Effect) pour un parfait ancrage dans l'os (Fig. 1).

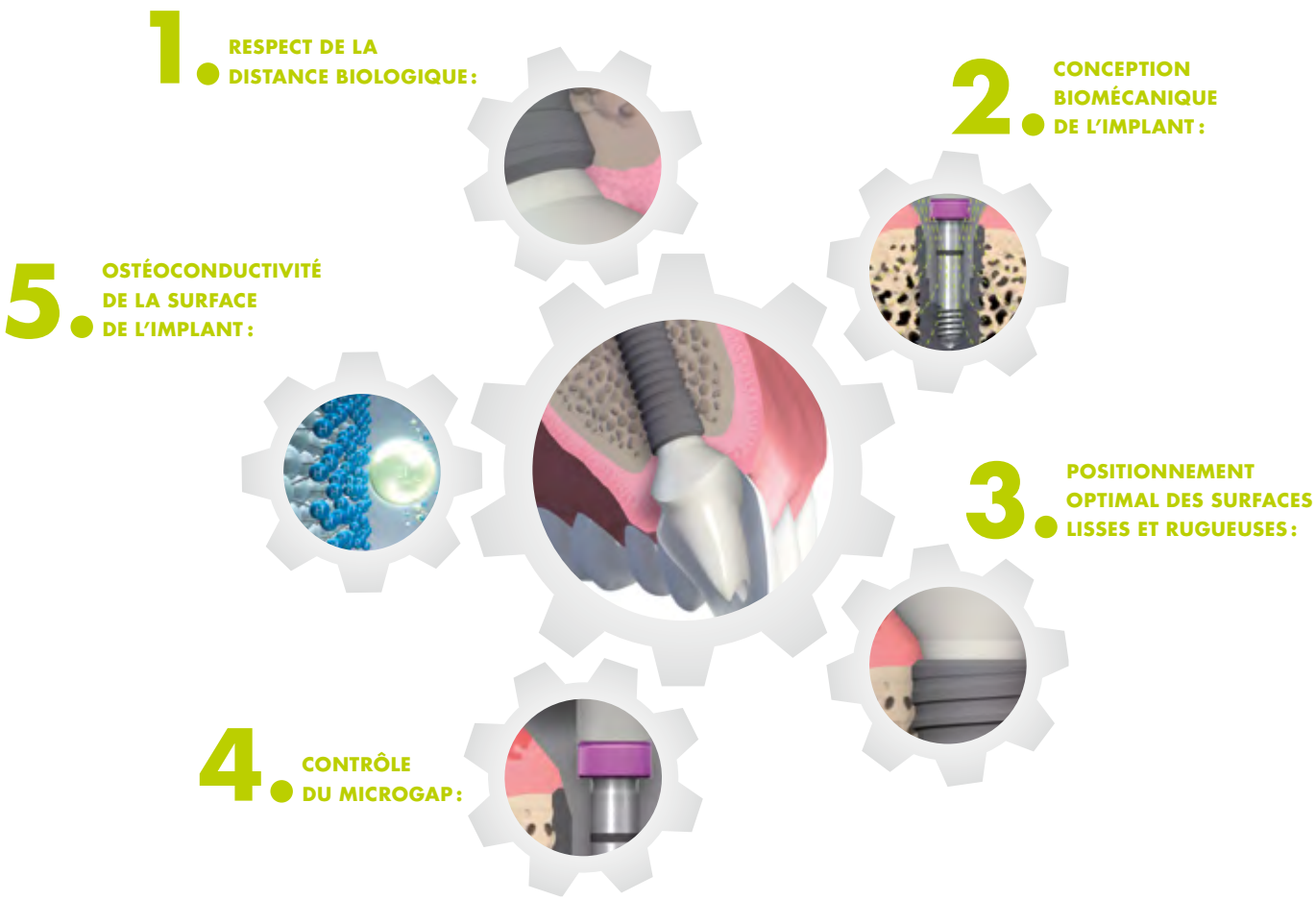
Le système Straumann® Bone Level implant system est disponible en trois diamètres endo-osseux standard pour les implants Straumann® (3,3 ; 4,1 et 4,8 mm) et dans les longueurs 8, 10, 12 et 14 mm (Fig. 2).

CORONAIRE Ø	Ø 3,3 mm	Ø 4,1 mm	Ø 4,8 mm
APICAL Ø	Ø 3,3 mm	Ø 4,1 mm	Ø 4,8 mm
CODE COULEUR	jaune	rouge	vert

Fig. 2 : *Présentation de la gamme d'implants Bone Level.*

II. CINQ PRINCIPES BIOLOGIQUES DU BONE CONTROL DESIGN™

Le Bone Control Design™ est un implant fondé sur les cinq principes biologiques clés pour une préservation optimale de la crête osseuse et la stabilité des tissus mous. Le « Bone Control Design™ » est expliqué sur la représentation schématique suivante.


1. RESPECT DE LA DISTANCE BIOLOGIQUE :
2. CONCEPTION BIOMÉCANIQUE DE L'IMPLANT :
3. POSITIONNEMENT OPTIMAL DES SURFACES LISSES ET RUGUEUSES :
4. CONTRÔLE DU MICROGAP :
5. OSTÉOCONDUCTIVITÉ DE LA SURFACE DE L'IMPLANT :

1. Respect de la distance biologique
Minimise la résorption osseuse en offrant suffisamment d'espace pour le développement des tissus mous.

2. Conception biomécanique de l'implant
Résistance optimale à l'usure, épaulement plat (similaire aux implants Standard / Standard Plus / Tapered Effect), transmission optimale des forces grâce à la connexion CrossFit®, conception hybride de l'implant autotaraudant et géométrie conique du filetage. Tout ceci conduit à une répartition uniforme des forces dans l'os et minimise la résorption et les micro-lésions osseuses.

3. Positionnement optimal des surfaces lisse et rugueuse
Une surface rugueuse s'étendant sur la crête osseuse peut permettre de préserver cette dernière. L'interface surface rugueuse / surface lisse de l'implant Straumann® Bone Level se trouve à l'extrémité de l'épaulement de l'implant.

4. Contrôle du microgap
La connexion Straumann® CrossFit permet un ajustement très précis. Le microgap est extrêmement réduit (42–197 nm). Cela rend la contamination microbienne très improbable et permet de préserver l'os.

5. Ostéoconductivité de la surface de l'implant
Les implants Straumann® Bone Level possèdent la surface SLActive® pour une meilleure ostéo-intégration (Oates et al. 2007).

1. RESPECT DE LA DISTANCE BIOLOGIQUE

Des dimensions biologiques inhérentes existent pour les tissus mous et durs autour des implants dentaires et des dents. La crête osseuse se remodèle normalement à un point entre 1,5 à 2,0 mm en apical par rapport à l'interface implant / partie secondaire après la mise en place de l'implant (Albrektsson et al. 1986). Il s'agit de la distance biologique ou de la largeur biologique qui commence à se former immédiatement après exposition de l'implant à l'environnement buccal. Elle résulte d'une inflammation localisée des tissus mous au niveau de l'interface implant-partie secondaire, par laquelle les tissus mous essaient d'établir une barrière muqueuse autour de l'implant dentaire. Cette barrière muqueuse nécessite certaines dimensions spatiales. Le mouvement vertical (apical) de la distance biologique après la pose de l'implant entraîne la résorption de la crête osseuse. Cependant, cela peut être évité en favorisant le décalage horizontal de la distance biologique afin que les dimensions nécessaires soient maintenues tout en préservant la crête osseuse.

Par conséquent, une méthode pour tenter de contrôler la perte de la crête osseuse consiste à décaler la position horizontale de l'interface implant / partie secondaire. Ce composant horizontal peut être manipulé en utilisant une partie secondaire avec un diamètre plus petit (« platform switching »), ce qui place l'interface implant / partie secondaire à un endroit plus médial (Gardner 2005). Un suivi à long terme a suggéré que les implants avec ce type de plateforme montrent moins de modification de la hauteur verticale de crête osseuse que les implants restaurés de manière conventionnelle (Lazzara et Porter, 2006). Le niveau de la crête osseuse est ainsi stabilisé au niveau du col de l'implant, ou à proximité de celui-ci, minimisant la résorption osseuse (Chiche 2004).

Avec l'implant Straumann® Bone Level, l'interface avec la partie secondaire se trouve au-dessus du niveau de la crête osseuse et est déplacée horizontalement, avec une conception optimisant le maintien de la crête osseuse (Fig. 1).

Fig. 1 : *Implant Straumann® Bone Level : conçu pour optimiser la préservation de la crête osseuse.*

2. CONCEPTION BIOMÉCANIQUE DE L'IMPLANT

La conception biomécanique d'un implant est importante pour déterminer son potentiel à préserver la crête osseuse, directement et indirectement (Misch et al. 2006). Les facteurs indirects sont, entre autres, la stabilité et la résistance à la fatigue du système d'implant et de ses connexions. La stabilité primaire de l'implant dans l'os a une influence directe sur la préservation de la crête osseuse. Les micromouvements entre l'implant et l'os doivent être minimes pour qu'une ostéo-intégration adéquate ait lieu. Les autres facteurs directs sont, entre autres, la répartition des forces de contraintes créées dans l'os environnant, qui sont liées non seulement à la conception de l'implant, mais également au type de connexion de la partie secondaire (Cehreli et al. 2004).

La configuration mécanique de l'interface implant-partie secondaire semble également jouer un rôle important. L'interface entre l'implant et la partie secondaire plate augmente les forces de cisaillement de l'interface par rapport à une interface interface conique entre l'implant et la partie secondaire (Hansson et al. 2000). Dans le cas des interfaces coniques, les forces de contraintes sont observées en position plus apicale dans l'os, à l'écart des zones plus délicates de l'os marginal. Il a été suggéré que les implants à interface conique peuvent résister à une charge axiale plus élevée avant la résorption osseuse (Hansson 2003). Les implants à interface conique présentent également une stabilité mécanique significativement plus élevée que les implants à interface plat à plat (plateau sur plateau) (Norton 1997).

Les implants Straumann® Bone Level ont une connexion implant / partie secondaire conique conçue pour répartir uniformément les forces sur l'os environnant (Fig. 2). La conception et les pas de vis de l'implant Straumann® Bone Level permettent également une bonne stabilité primaire (Toyoshima et al. 2011) empêchant les micromouvements et permettant de préserver la crête osseuse (Buser et al. 2009 ; Cordaro et al. 2010 ; Buser et al. 2011 ; Hammerle et al. 2012).

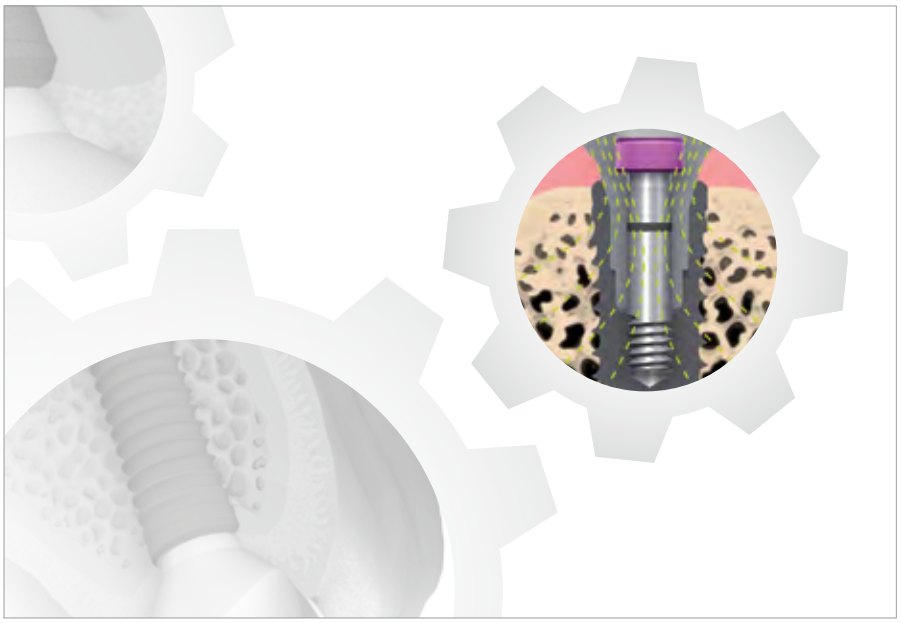


Fig. 2 : *Répartition optimale des forces par l'implant Straumann® Bone Level.*

3. POSITIONNEMENT OPTIMAL DES SURFACES LISSES ET RUGUEUSES

L'emplacement de la limite entre la surface rugueuse et la surface lisse de l'implant par rapport au niveau de la crête osseuse constitue un facteur important lorsque l'on considère le maintien de l'os crestal. On a observé une perte d'os crestal plus importante lorsque les implants sont placés de sorte que la limite surface lisse / surface rugueuse se trouve en dessous de la crête alvéolaire, tandis que cette perte est réduite lorsque la même limite est placée au-dessus de la crête alvéolaire (Jung et al. 2008 ; Cochran et al. 2009).

Pour les implants en 2 parties, il s'est avéré que le niveau de résorption osseuse était déterminé par l'emplacement de l'interface implant-partie secondaire (Hermann et al, 2000). Alomrani et al (2005) ont utilisé dans une étude préclinique des implants SLA®, sur lesquels la surface SLA® couvrait toute la longueur de l'implant, et d'autres implants SLA® présentant un col usiné sur 1,8 mm au niveau coronal. Les deux types d'implants ont été placés à trois niveaux différents par rapport à la crête osseuse. La perte osseuse était significativement réduite lorsque l'extrémité de la surface SLA® était placée au-dessus du niveau de l'os crestal, et plus importante lorsque la même extrémité était placée en dessous du niveau de l'os crestal.

Sur les implants Straumann® Bone Level, la limite surface lisse / surface rugueuse se situe tout en haut de l'épaulement de l'implant, lequel est placé au-dessus de la crête alvéolaire lors de la pose de l'implant. Par conséquent, la surface rugueuse s'étend au-dessus du niveau de la crête alvéolaire, offrant ainsi une plus grande surface disponible pour l'ostéo-intégration afin de préserver la crête osseuse (Buser et al. 2009 ; Cordaro et al. 2010 ; Buser et al. 2011 ; Hammerle et al. 2012).

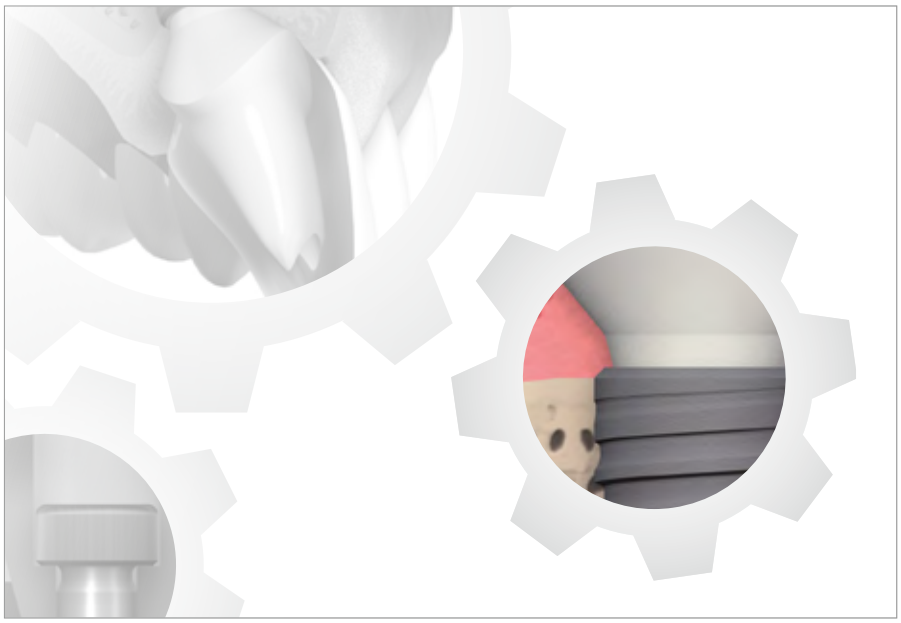


Fig. 3 : *Implant Straumann® Bone Level : Positionnement optimal des surfaces lisse et rugueuse.*

4. CONTRÔLE DU MICROGAP

Le microgap est le petit espace situé à l'interface entre l'implant et la partie secondaire. Il s'agit d'une fonction de tous les implants en deux parties (à savoir, les implants avec une partie secondaire distincte) ; là, la cavité interne de l'implant est exposée à la région péri-implantaire. La taille du microgap détermine l'étendue de l'exposition. Par conséquent, la minimisation de cet espace peut réduire le risque d'exposition.

Todescan et al. (2002) ont suggéré que la présence de l'interface implant / partie secondaire n'entraîne qu'une perte osseuse supplémentaire si la taille du microgap est supérieure à 5 µm.

Le microgap de l'interface implant / partie secondaire dans les implants Straumann® Bone Level a été mesuré par l'Institut Straumann AG (à l'Institut Paul Scherrer) à l'aide d'une technique à faisceau d'ions focalisés. Cela a montré que la connexion interne implant CrossFit® / partie secondaire est très précise et que le microgap se situe entre 42 et 197 nm (Habersetzer 2012).

Dans l'évaluation in vitro de la bande bactérienne implant / partie secondaire des implants Straumann® Bone Level, Dibart a montré que la bande fournie par le taraud de blocage de la connexion CrossFit® des implants Straumann® Bone Level est hermétique à l'invasion bactérienne (Dibart et al. 2005).

Une connexion conique des parties secondaires, comme celle utilisée dans les implants Straumann® Bone Level, est conçue pour éviter toute contamination bactérienne et réduire le risque de micromouvements dans les situations cliniques. La préservation de la crête osseuse est par conséquent possible (Dibart et al. 2005 ; Dibart et al. 2010).

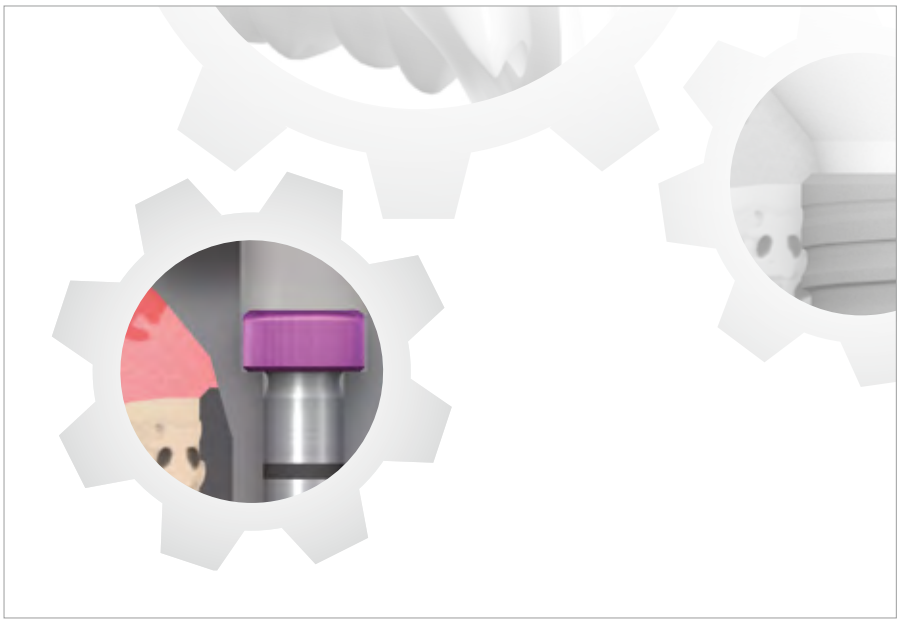


Fig. 4 : *Implant Straumann® Bone Level : conserver le microgap à l'écart de l'os.*

5. OSTÉOCONDUCTIVITÉ DE LA SURFACE DE L'IMPLANT

Les propriétés physiques et chimiques de la surface des implants dentaires peuvent avoir un effet significatif sur la vitesse et l'efficacité de l'ostéo-intégration, ainsi que sur le processus par lequel une connexion structurelle et fonctionnelle est possible entre l'implant et l'os.

Le fait de modifier les propriétés de surface peut affecter l'activité des ostéoblastes (Oates et al. 2007) et, par la suite, la formation d'os à la surface de l'implant. L'amélioration du processus d'ostéointégration peut donc résulter en des temps de cicatrisation réduits, une plus grande stabilité de l'implant, une meilleure prédictibilité du traitement, accompagnés d'un maintien osseux optimisé.

Straumann a mis au point une nouvelle surface en titane chimiquement modifiée, SLActive®, en utilisant la topographie de la surface SLA®, bien documentée. La surface SLActive® est chimiquement activée, et présente une énergie libre de surface élevée, une contamination par les hydrocarbures par l'atmosphère réduite et une hydrophilie importante. L'angle de contact avec l'eau de SLActive® est de 0° par rapport à 139,9° pour SLA® (Zhao 2005 ; Rupp et al. 2006). La surface SLActive® se caractérise par une pellicule d'oxyde de titane hydroxylée / hydratée. La surface est modifiée sous azote (N_2), et l'énergie libre de surface élevée qui en résulte est préservée en étant stockée dans une solution saline isotonique. Selon des études précliniques et cliniques, la surface hydrophile chimiquement modifiée de SLActive® permet une meilleure ostéointégration par rapport à SLA® (Schwarz et al 2007 ; Oates et al. 2007) et peut donc entraîner des temps de cicatrisation réduits, une meilleure stabilité de l'implant et une plus grande prévisibilité des traitements. L'utilisation de la surface SLActive® sur les implants Straumann® Bone Level augmente donc la probabilité de préserver le niveau de la crête osseuse par rapport à SLA® (Oates et al. 2007).

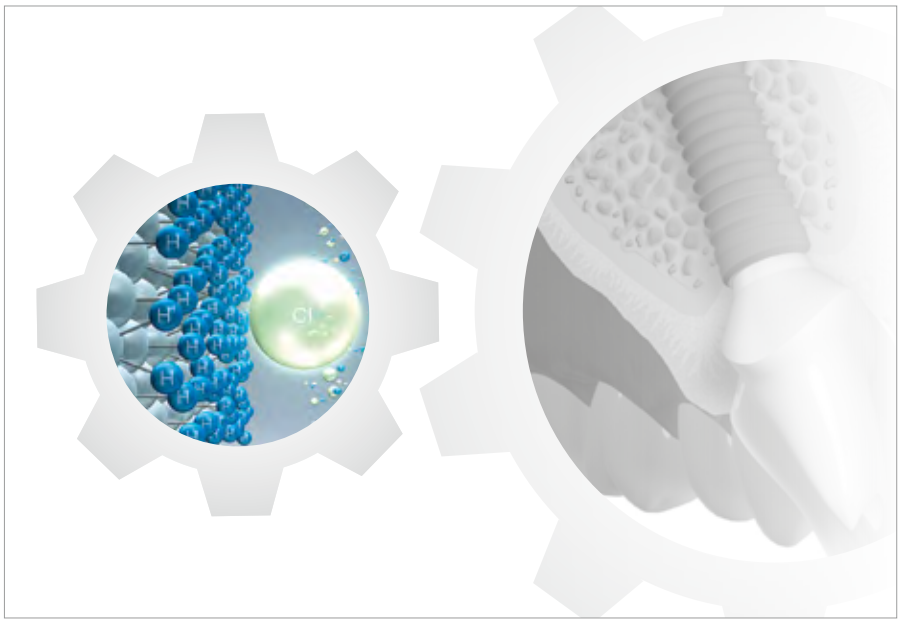


Fig. 5 : *SLActive® est une surface chimiquement active et hautement hydrophile.*

III. IMPLANTS STRAUMANN® BONE LEVEL PROGRAMME DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

TESTS SUR LES PROPRIÉTÉS BIOMÉCANIQUES

#	SUJET	AUTEURS	RÉFÉRENCE
1	Résistance mécanique ultime	D. Müller (Müller 2006)	Données internes : BL implant ultimate strength: internal reports: B390B, B368 A, B364. (Müller 2006)
2	Résistance à la fatigue	D. Müller (Müller 2006; Müller 2007)	Données internes : BL implant fatigue tests: internal reports: B440 series B, B390B, B417 series B
3	Test de desserrage des vis	B. Schaap et H. Hornberger (Schaap/ Hornberger 2007)	Données internes
4	Mesures du microgap	P. Habersetzer (Habersetzer 2012)	Données internes

ÉTUDES PRÉCLINIQUES

#	SUJET	AUTEURS	RÉFÉRENCE
1	Stabilité primaire	T. Toyoshima et al. (Toyoshima et al. 2011)	Primary stability of a hybrid self-tapping implant compared to a cylindrical non-self-tapping implant with respect to drilling protocols in an ex vivo model. Clin Implant Dent Relat Res. 2011 Mar;13(1):71–8.
2	Stabilité primaire et couple de dépose	J. Gottlow et L. Sennerby (Gottlow/Sennerby 2010)	The influence of surface and implant design on stability of five commercial titanium implants. A biomechanical study in rFigits. Academy of Osseointergation 25th anniversary meeting, Orlando, FL, USA, March 4–6, 2010.
3	Préservation osseuse autour des implants Bone Level	R. Jung et al. (Jung et al. 2008)	The influence of matching and non-matching implant and abutment diameters on radiographic crestal bone levels in dogs. J Periodontol 2008;79(2):260–270.
4	Préservation osseuse inter-implan-taire	N. Elian et al. (Elian et al. 2011)	Effect of inter-implant distance (2 and 3 mm) on the height of inter-implant bone crest: A histomorphometric evaluation. J Periodontol 2011 Apr;71(4):546–9.

ETUDES CLINIQUES

#	SUJET	AUTEURS	RÉFÉRENCE
1	Mise en place précoce d'implants dans la région esthétique	D. Buser et al. (Buser et al. 2009)	Early implant placement with simultaneous guided bone regeneration following single-tooth extraction in the esthetic zone: 12-month results of a prospective study with 20 consecutive patients. J Periodontol 2009;80(1):152–162.
2	Mise en place précoce d'implants dans la région esthétique	D. Buser et al. (Buser et al. 2011)	Stability of Contour Augmentation and Esthetic Outcomes of Implant Supported Single Crowns in the Esthetic Zone: 3-Year Result of a Prospective Study With Early Implant Placement Post Extraction. J Periodontol 2011 March; 82(3):342–9.
3	Préservation osseuse autour des implants Bone Level avec des techniques enfouies et non enfouies	C.F. Hammerle et al. (Hammerle et al. 2012)	Submerged and transmucosal healing yield the same clinical outcomes with two-piece implants in the anterior maxilla and mandible: interim 1 year results of a randomized, controlled clinical trial. Clin. Oral. Implants. Res 2012;23(2):211–219.
4	Préservation osseuse autour des implants Bone Level avec des techniques enfouies et non enfouies	L. Cordaro et al. (Cordaro et al. 2010)	Oral presentation of the 2 years follow up data: Submerged vs. non-submerged healing of implants for single tooth replacement in the esthetic zone: results from a multicenter RCT. European Association for Osseointegration, 19th Annual Scientific Meeting, Glasgow, 6–9 October 2010.

1. TESTS SUR LES PROPRIÉTÉS BIOMÉCANIQUES

Même avant d'être fabriqués, les implants Straumann® doivent prouver que leurs propriétés biomécaniques sont suffisantes pour les indications requises. Après la phase de conception assistée par ordinateur, un grand nombre de variantes sont testées par analyse des éléments finis au cours de laquelle les forces biomécaniques agissant sur l'ensemble partie secondaire – implant au cours de la mastication sont simulées sur ordinateur. Cela est utile pour étudier la transmission des forces à l'os environnant et pour identifier les conceptions de stabilité biomécanique élevée.

Les « vainqueurs » de ces tests sont ensuite fabriqués et soumis à des essais mécaniques en laboratoire. Un certain nombre de tests supplémentaires sont également réalisés. À savoir : mesure du microgap et confirmation que les vis sont bien serrées après une mise en charge mécanique cyclique.

Ce processus est une part importante du développement de produits conformément au concept Straumann® Bone Control Design™. L'objectif est de créer un design d'implant spécifique et optimisé qui a passé avec succès tous les tests de propriété et qui présente des propriétés biomécaniques de pointe.

Résistance mécanique ultime

Müller D., Bone Level implants ultimate strength test: internal reports: B390B, B368 A, B364. (Müller D. 2006)

Dans le test statique réalisé en 2006, le système implant / partie secondaire est exposé à une force statique, sur lequel on mesure la résistance ultime. Le test de la norme ISO 14801 simule la force maximale possible sur le système implant / partie secondaire comme lorsque l'on serre les dents une fois. Afin de montrer que dans les cas d'un seul serrage de dents le système implant / partie secondaire n'est pas déformé en permanence, la résistance ultime du système doit être supérieure à la force de mastication maximale moyenne.

Configuration du test et critères d'évaluation

Des tests de compression statiques ont été réalisés (Wieland / Hornberger 2007) selon la norme ISO 14801 (Organisation internationale de normalisation 2011) pour les implants Straumann® Bone Level de 3,3 ; 4,1 et 4,8 mm afin de mesurer la résistance ultime maximale des implants Straumann® Bone Level.

Résultats principaux

La résistance ultime des implants Straumann® Bone Level est présentée sur la Figure 1. La force de mastication maximale selon la position des dents est présentée dans le Tableau 1.

Conclusions principales

Un test statique doit permettre d'évaluer la force maximale possible sur le système implant / partie secondaire, en simulant le scénario où l'on ne serre les dents qu'une seule fois. À partir de cela, nous pouvons conclure que les implants Straumann® Bone Level présentent la résistance mécanique ultime nécessaire pour supporter le scénario où l'on ne serre les dents qu'une seule fois sans se déformer, permettant ainsi de les utiliser dans toutes les indications selon le mode d'emploi approuvé (Fig. 1 et Tableau 1).

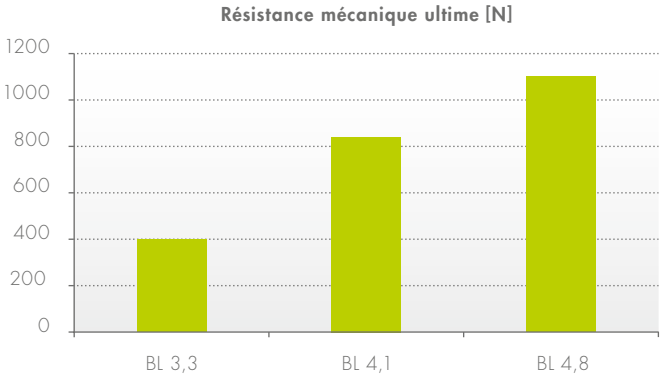


Fig. 1 : *Résistance mécanique ultime des implants Straumann® Bone Level de trois différents diamètres.*

Dent	Femmes Moyenne	Femme SD	Hommes Moyenne	Femme SD
1	93,88	38,16	146,17	44,44
2	95,75	36,59	139,30	51,40
3	119,68	42,58	190,31	79,36
4	178,54	77,29	254,08	72,20
5	206,01	86,52	291,36	57,29
6	234,46	70,53	306,07	41,99
7	221,71	73,08	294,30	55,92

Tab. 1 : *Statistiques descriptives des forces de mastication maximale avec une seule dent entre l'incisive centrale (1) et la deuxième molaire (7) (en N, moyenne à gauche et à droite) chez de jeunes adultes sains (36 hommes et 16 femmes) (Ferrario et al. 2004).*

Résistance à la fatigue

Müller D., Bone Level implant fatigue tests: internal report B440 series B; B390B; B417 series B, B399A, B399C (Müller 2006 and 2007)

Le test de fatigue pour les systèmes implant / partie secondaire est conçu pour simuler une situation de mastication quotidienne normale. Selon Sakaguchi et al. (1986) et Rosentritt et al. (2006), la mastication comprend entre 650 et 2100 cycles par jour (soit, 240 000 et 800 000 cycles par an) chez les êtres humains. Des tests dynamiques de fatigue exposent le système implant / partie secondaire à une charge cyclique de 5 millions de cycles, ce qui correspond approximativement à une période comprise entre 6 ans (800 000 cycles de mastication par an) et 20 ans (240 000 cycles de mastication par an) d'utilisation du système implant / partie secondaire.

Configuration du test et critères d'évaluation

Les systèmes implant / partie secondaire Straumann® Bone Level ont subi des tests dynamiques de fatigue selon l'exigence de la norme ISO 14801 (Fig. 1). Le système implant / partie secondaire a un angle de 30° par rapport à la force créée et une résorption osseuse de 3 mm est simulée. Cela correspond au pire scénario et est supérieur (à savoir, deux fois plus) aux critères de la norme pour la réussite de l'implant comme le définissent Albrektsson et al. (Albrektsson et al. 1986), ce qui indique une perte osseuse acceptable de 1,5 mm au cours de la première année et de 0,2 mm par an par la suite.

L'objectif de ces tests était de mesurer la résistance à la fatigue des implants Straumann® Bone Level.

L'évaluation comparative des résultats des tests de fatigue des implants Straumann® Bone Level avec une force de mastication moyenne dans la bouche permet de montrer que les implants Straumann® Bone Level possèdent la résistance à la fatigue requise et qu'ils pourraient être utilisés dans toutes les indications selon le mode d'emploi approuvé.

Résultats principaux et conclusion

La résistance à la fatigue des implants Straumann® Bone Level (Tableau 1) montre qu'ils ont la résistance requise pour être utilisés dans les indications spécifiées dans le mode d'emploi approuvé.

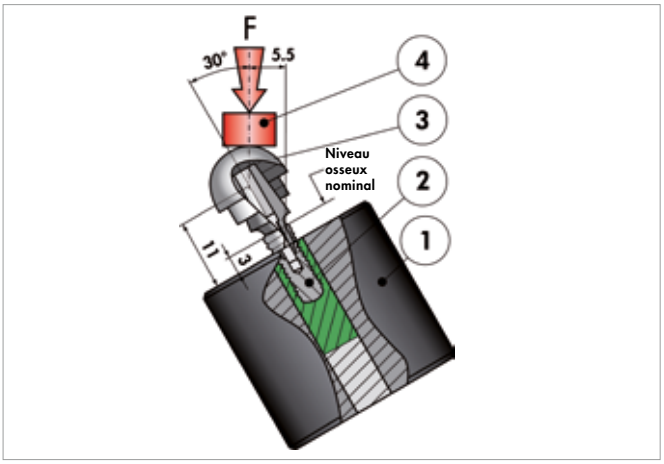


Fig. 1 : *Configuration du test de fatigue selon la norme ISO 14801. (1) Bloc dans lequel l'implant est fixé. (2) Axes du bloc. (3) Système implant / partie secondaire / couronne. (4) Bloc créant une force cyclique sur la partie secondaire. (F) Force cyclique sur le système.*

Diamètre de l'implant BL	Résistance à la fatigue [N]	Nombre de rapports internes	Types de partie secondaire
BL 3,3 mm Ti	180–215	B399C–B440B	Partie secondaire droite Partie secondaire angulée
BL 3,3 mm Roxolid®	180–220	B399A–B444	Partie secondaire droite Partie secondaire angulée
BL 4,1 mm	320*	B417B	Partie secondaire Ti
BL 4,8 mm	440*	B390B	Partie secondaire Meso

Tab. 1 : *Résistance à la fatigue des implants Straumann® Bone Level.*

** Les résultats des tests de fatigue pour les implants Bone Level de 4,1 mm et de 4,8 mm ne valent que pour les types de partie secondaire indiqués.*

Test de desserrage des vis

B. Schaap and H. Hornberger. Bone level implant. Screw loosening test. Internal report 2007. (Schaap/Hornberger 2007)

Au cours de la mise en charge cyclique dans la bouche du patient, les vis et, par la suite, les parties secondaires peuvent se desserrer. Afin de prouver la fiabilité de Straumann® Bone Level implant system, des tests de desserrage des vis ont été réalisés.

Configuration du test et critères d'évaluation

L'implant et les parties secondaires ont été configurés conformément aux instructions du test (couple de 35 ou 15 Ncm) (Fig. 1). Le système a subi une mise en charge cyclique pour 2 millions de cycles à différents niveaux de force. Le couple de desserrage des vis a été mesuré.

Résultats principaux et conclusion

Les résultats ont montré que les implants Straumann® Bone Level sont fiables quel que soit le type de partie secondaire utilisé (scellée ou vissée). Les couples moyens de desserrage des vis n'étaient que 20 % inférieurs par rapport au couple de serrage) (Fig. 2), ce qui indique que la connexion interne CrossFit® empêche tout desserrage des vis au cours de l'utilisation normale du système implant / partie secondaire.

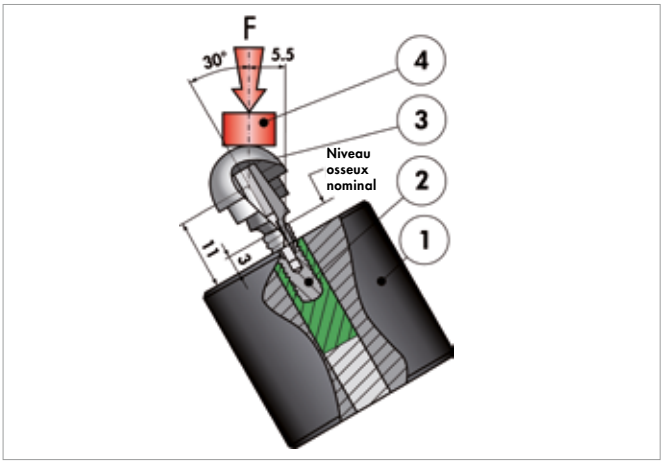


Fig. 1 : *Configuration du test pour le desserrage des vis. (1) Bloc dans lequel l'implant est fixé. (2) Axes des forces. (3) Système implant / partie secondaire / couronne. (4) Bloc créant une force cyclique sur la partie secondaire. (F) Force.*

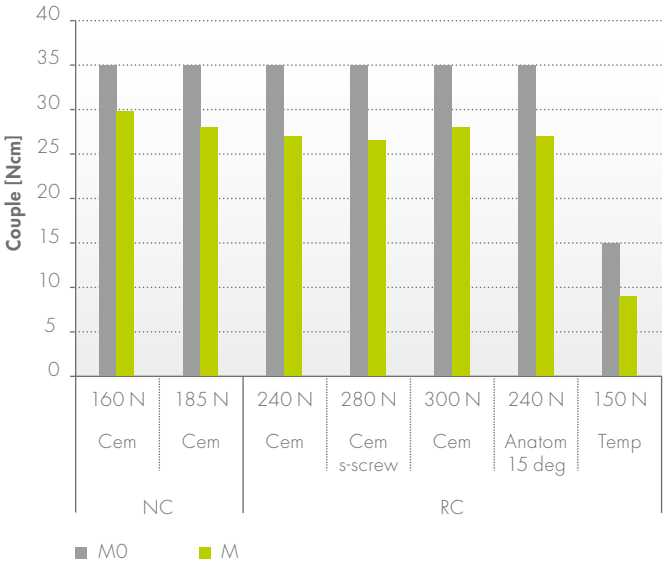


Fig. 2 : *Couple de desserrage moyen (M) seulement 20 % inférieur au couple de serrage (M0). Cem = partie secondaire à sceller ; Anatom = partie secondaire anatomique ; Temp = partie secondaire temporaire ; NC = CrossFit® étroite ; RC = CrossFit® normale.*

Mesures du microgap

P. Habersetzer. Bone level implant. Microgap measurement with focused ion beam scanning electron microscope technique. Rapport interne. Janvier 2012. Données internes. (Habersetzer 2012)

Configuration du test et critères d'évaluation

Des coupes micrographiques coupées et polies ont été préparées et analysées par la technique à faisceau d'ions focalisés à l'Institut Paul Scherrer (Fig. 1) afin de mesurer le microgap de l'implant Straumann® Bone Level.

Fig. 1 : *Exemple d'un échantillon d'interface implant / partie secondaire coupé et poli pour la technique à faisceau d'ions focalisés.*

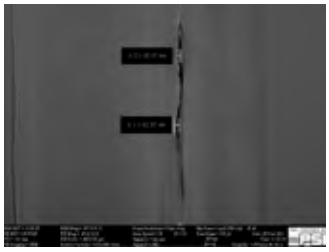


Fig. 2 : *Mesures du microgap de l'interface implant / partie secondaire.*

Résultats principaux et conclusion

La technique à faisceau d'ions focalisés montre que la connexion interne CrossFit® de l'implant Bone Level est très précise. La taille du microgap entre l'implant et la partie secondaire est comprise entre 42 et 197 nm (Fig. 2) (Habersetzer 2012). La précision de la connexion Straumann® CrossFit limite les éventuels micromouvements pendant la fixation de la partie secondaire. Cela minimise les micro-lésions osseuses pour une bonne préservation du niveau de la crête osseuse (Cochran et al. 1997 ; Hermann et al. 2000 ; Hermann et al. 2001a ; Hermann et al. 2001c ; Piattelli et al. 2003 ; Lazzara / Porter 2006). La taille du microgap est extrêmement petite, ce qui rend la contamination bactérienne très improbable. (Dibart et al. 2005 ; Dibart et al. 2010).

Conclusions sur les mesures du microgap

- Les mesures du microgap ont confirmé la précision élevée de la connexion CrossFit® des implants Bone Level (Habersetzer 2012).
- La connexion Straumann® CrossFit est hermétique à l'invasion bactérienne in vitro. (Dibart et al. 2005 ; Dibart et al. 2010).

Conclusions sur les tests des propriétés biomécaniques

- La résistance à la fatigue des implants Straumann® Bone Level testés montre qu'ils peuvent être utilisés dans toutes les indications : d'une restauration unitaire à la restauration de toutes les dents selon leur position comme décrit dans le mode d'emploi approuvé (Müller 2006 ; Müller 2007).
- Aucun désserrage de vis n'a été observé dans les tests dynamiques des implants Straumann® Bone Level (Wieland / Hornberger 2007).
- Les mesures du microgap ont confirmé la précision élevée de la connexion CrossFit® des implants Bone Level (Habersetzer 2012).
- La connexion Straumann® CrossFit est hermétique à l'invasion bactérienne in vitro (Dibart et al. 2005 ; Dibart et al. 2010).

2. ÉTUDES PRÉCLINIQUES

Les précédents tests effectués sur les propriétés biomécaniques ont démontré que la conception des implants Bone Level était appropriée dans des essais in vivo, ce qui a permis d'offrir la première preuve de performance biologique et ce qui a considérablement réduit le risque pour les patients dans les études cliniques ultérieures.

L'objectif principal des tests in vivo était la préservation osseuse pour les implants Straumann® Bone Level enfouis et non enfouis à différentes hauteurs, ainsi que l'effet de la préservation osseuse entre deux implants mis en place l'un à côté de l'autre à différentes distances.

Stabilité primaire des implants

T. Toyoshima, W. Wagner, M.O. Klein, E. Stender, M. Wieland, B. Al-Nawas. Primary stability of a hybrid self-tapping implant compared to a cylindrical non-self-tapping implant with respect to drilling protocols in an ex vivo model. Clin Implant Dent Relat Res 201113(1):71–78. (Toyoshima et al. 2011)

La stabilité primaire des implants, qui constitue l'un des critères essentiels influençant le taux de réussite des implants, dépend largement de la géométrie des implants (à savoir, longueur, diamètre, forme et filetage), ainsi que de la technique chirurgicale, du volume et de la qualité mécanique de l'os local. La modification de la conception de l'implant peut optimiser la stabilité primaire dans les cas où la qualité osseuse est mauvaise (Lioubavina-Hack et al. 2006). Une approche suggérée consiste à placer un implant conique dans un orifice standard à bords parallèles L'idée derrière cette approche est d'induire des forces de compression contrôlées dans la couche osseuse corticale afin d'augmenter la stabilité primaire au fur et à mesure que l'implant est inséré. Selon cette idée, l'implant autotaraudant* hybride Straumann® Bone Level a été spécifiquement conçu pour être utilisé dans des os de mauvaise qualité en associant les avantages d'un implant conique à ceux d'une forme cylindrique.

Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer la stabilité primaire de deux types d'implants autotaraudants hybrides (implant Straumann® Bone Level et implant Straumann® Tapered Effect) par rapport à un implant non autotaraudant cylindrique (implant Straumann® Standard Plus) et de déterminer la pertinence des protocoles de forage sur la stabilité primaire dans un modèle ex vivo.

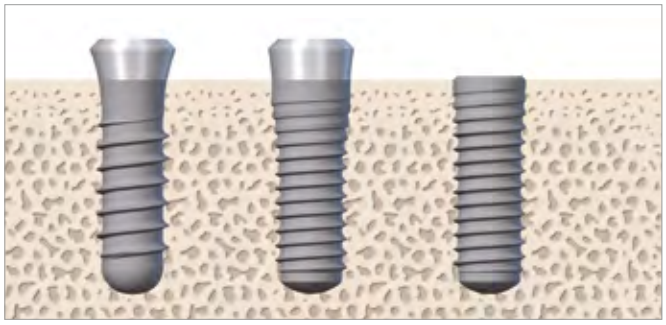


Fig. 1 : *Comparaison de la conception des implants Standard Plus, Tapered Effect et Bone Level.*

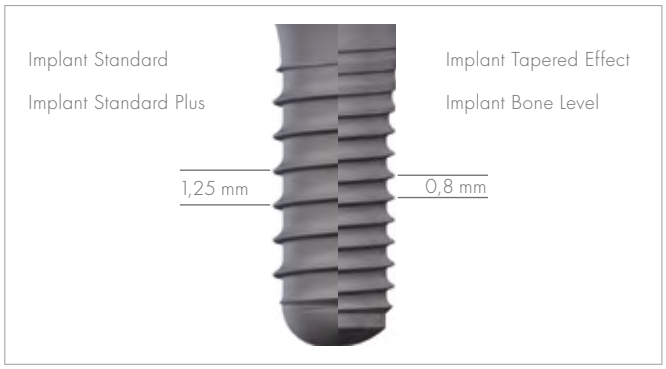


Fig. 2 : *Comparaison du filetage des implants Standard Plus, Tapered Effect et Bone Level.*

Matériaux et méthodes

Les implants autotaraudants hybrides et l'implant non autotaraudant cylindrique ont été mis en place dans de l'os iliaque spongieux d'origine porcine (Fig. 1 ; Fig. 2).

Dix implants de chaque type ont été insérés en utilisant un protocole de forage standard ou sous-dimensionné. La stabilité de l'interface implant / os a été évaluée à l'aide du couple d'insertion maximal (Periotest®; Siemens, Bensheim, Allemagne), d'une analyse de fréquence de résonance et de l'essai de force par expulsion (Fig. 3, 4).

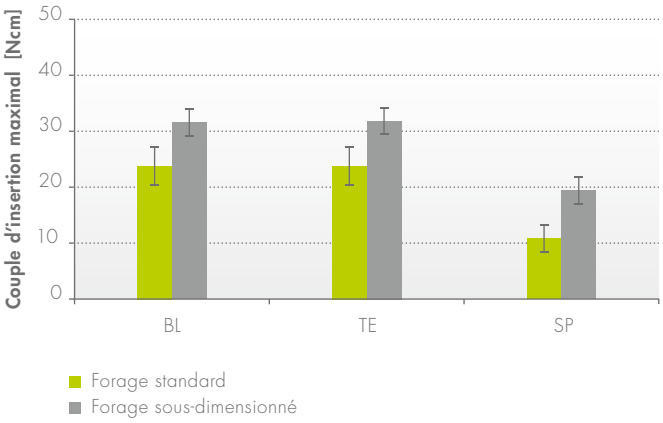


Fig. 3 : *Couple d'insertion. Avec une finition du site d'implant sous-dimensionnée, le couple d'insertion était plus élevé que pour la finition du site d'implant standard. Les implants Bone Level et Tapered Effect avaient un couple d'insertion plus élevé que les implants Standard Plus.*

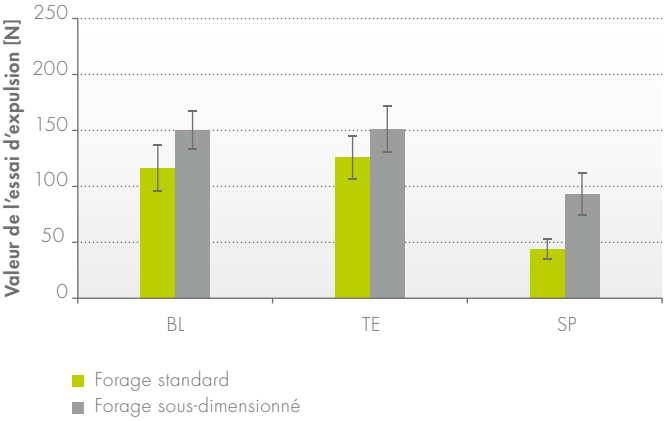


Fig. 4 : *Couple de force par expulsion. Les résultats pour le couple de force par expulsion étaient similaires aux mesures du couple d'insertion, à savoir des valeurs plus élevées pour le site de l'implant sous-dimensionné et des valeurs plus élevées pour les implants Bone Level et Tapered Effect par rapport aux implants Standard Plus.*

** Le terme « auto-taraudant » se réfère uniquement à la conception de l'implant Bone Level et signifie une conception du corps de l'implant hybride et conique.*

Résultats

Dans chaque groupe de forage, les valeurs de couple d'insertion maximales des implants Bone Level et Tapered Effect étaient significativement plus élevées que pour les implants Standard Plus ($p = 0,014$ et $0,047$, respectivement) (Fig. 3). Dans chaque groupe, les valeurs du Periotest® des implants Tapered Effect étaient significativement plus basses que pour les implants Standard Plus ($p = 0,036$ et $0,033$, respectivement). Les valeurs du Periotest® pour les implants Bone Level et Tapered Effect étaient significativement plus basses dans le groupe de forage sous-dimensionné que dans le groupe de forage standard ($p = 0,002$ et $0,02$, respectivement). Dans l'analyse de fréquence de résonance, aucune signification statistique n'a été observée pour les implants entre ou dans les deux groupes. Dans chaque groupe, les valeurs de force par expulsion des implants Bone Level et Tapered Effect étaient significativement plus élevées que pour les implants Standard Plus ($p = 0,006$ et $0,049$, respectivement) (Fig. 4).

Résultats principaux et conclusion

En utilisant des essais de force par expulsion et de couple d'insertion maximal, les résultats ont révélé une stabilité significativement plus élevée pour les implants autotaraudants hybrides dans les deux groupes de forage dans l'os spongieux par rapport à celle d'un implant non autotaraudant cylindrique. La stabilité primaire est donc influencée par la géométrie de l'implant. La stabilité primaire élevée atteinte par les implants Bone Level dans cette situation indique que leur utilisation peut être prévisible dans les os de faible densité.

Stabilité des implants mesurée par le couple de retrait

J. Gottlow and L. Sennerby. Influence of surface and implant design on stability of five commercial titanium implants. A biomechanical study in the rabbit. Academy of Osseointegration 25th Anniversary Meeting, Orlando, FL, USA, March 4–6 2010, Abs. 193. (Gottlow/Sennerby 2010)

L'objectif de l'étude expérimentale était de comparer la stabilité des implants évaluée par des mesures de couple de retrait entre cinq implants dentaires fréquemment utilisés représentant différentes caractéristiques et géométries de surface.

Matériaux et méthodes

L'étude a été réalisée sur 40 lapins. Des implants Straumann® Bone Level avec la surface SLActive® (implants testés) et quatre types différents d'implants avec des surfaces non hydrophiles (témoins) ont été évalués. Chacun des 120 implants a été étudié pendant 3 et 6 semaines (à savoir, 15 par concurrent et 4 ensembles de 15 implants Straumann®) permettant une comparaison directe (Fig. 1, Tableau 1). Une conception d'étude randomisée et avec pattes distinctes (Split leg) a permis la comparaison directe des paires d'implants testés et témoins dans les métaphyses tibiales et les condyles fémoraux distaux de lapins. Les implants testés ont été mis en place dans une patte, alors que 3 des 4 implants témoins (A, B, C et D) ont fait l'objet d'une rotation pour l'emplacement et ont été mis en place dans l'autre patte (n = 15). La stabilité des implants a été évaluée par évaluation du couple de retrait 3 et 6 semaines plus tard.

Résultats

Les valeurs moyennes de couple de retrait (Fig. 2) et de résistance au cisaillement (Fig. 3) ont montré des différences significatives entre les implants SLActive® et les implants témoins : OsseoSpeed™, Tapered Screw Vent®, Screw-Plant™ et GS II Fixture à 3 et 6 semaines.

Résultats principaux et conclusion

Les implants SLActive® Bone Level ont montré une stabilité significativement plus élevée que les implants avec des surfaces non hydrophiles évaluée par évaluation du couple de retrait.

Fig. 1 : *Implants Straumann® et des concurrents inclus dans l'étude.*

		Straumann®	Osseospeed™	Tapered Screw Vent®	ScrewPlant™	GS II Fixture
Dimensions (µCT)	Rayon moyen	1,91 mm	1,85 mm	1,64 mm	1,59 mm	1,79 mm
	Longueur (partie cylindrique)	7,3 mm	7,5 mm	6,9 mm	7,3 mm	8,1 mm
	Surface	104,8 mm^2	110,3 mm^2	98,4 mm^2	99,3 mm^2	120,5 mm^2
Rugosité 3D (CWLM)	Ecart-type moyen S_a	1,05 µm	0,60 µm	0,54 µm	0,77 µm	0,64 µm
	Profondeur de rugosité max. St	6,91 µm	4,21 µm	3,99 µm	5,48 µm	4,32 µm
	Dissymétrie Ssk	0,15	–0,05	–0,28	–0,15	–0,13
Hydrophilie	Angle de contact dynamique	0°	138°	120°	112°	124°

Tab. 1 : *Mesures des propriétés de surface des implants testés et témoins.*

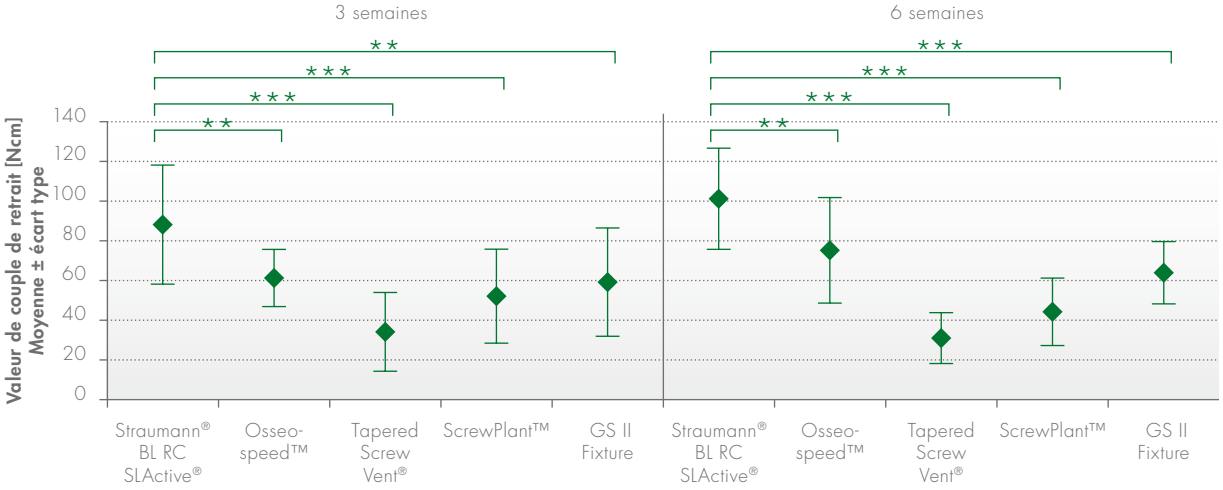


Fig. 2 : *Valeurs de couple de retrait (moyennes ± ET) 3 et 6 semaines plus tard. **p ≤ 0,01 ; ***p ≤ 0,001 ; test t pour échantillons appariés.*

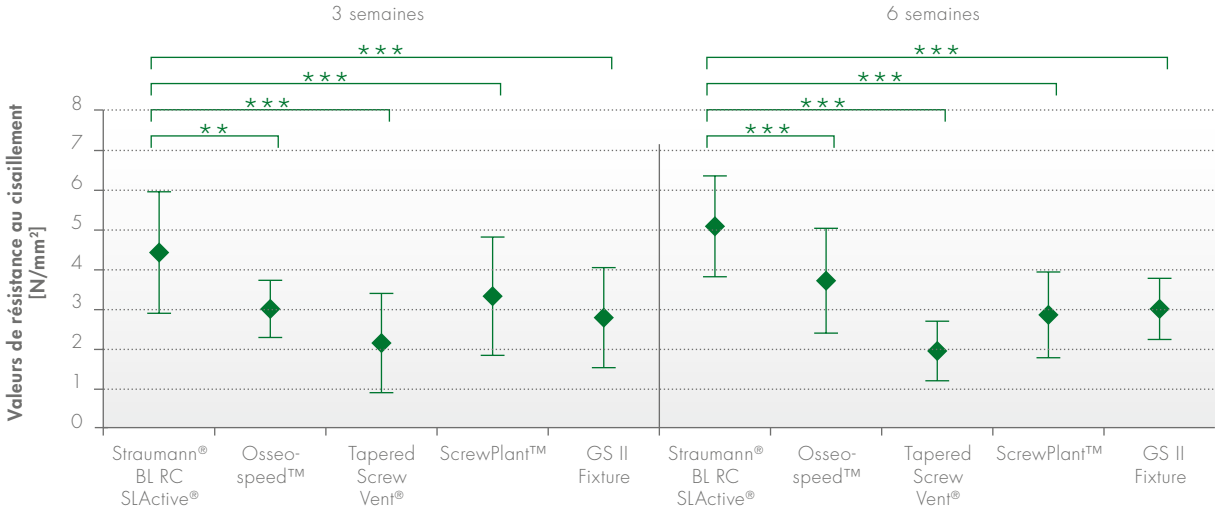


Fig. 3 : *Valeurs de couple de retrait (moyennes ± ET) 3 et 6 semaines plus tard. *p ≤ 0,01 ; ***p ≤ 0,001 ; test t pour échantillons appariés.*

* *Les figures 1, 2 et 3 ont été présentées (Gottlow et al., rencontre pour le 25e anniversaire de l'Academy of Osseointegration, Orlando, FL, Etats-Unis, 4–6 mars 2010, Abs P193).*
Figure 3 : Valeurs de résistance au cisaillement calculées par l'Institut Straumann AG et approuvées par les auteurs sur la base des figures 2 et 3.

** *Les implants Tapered Screw Vent® existent également en diamètre 4,1 mm.*
OsseoSpeed™ et Astra Tech™ sont des marques déposées d'Astra Tech AB, Suède.
Tapered Screw Vent® et Zimmer® sont des marques déposées de Zimmer Dental Inc, États-Unis.
ScrewPlant™ et Implant Direct® sont des marques déposées d'Implant Direct, États-Unis.
Osstem™ est une marque commerciale d'Osstem Company Ltd., Séoul, Corée.
Osstem™ ist eine Marke von Osstem Company Ltd., Seoul, Korea.

Préservation osseuse autour des implants Bone Level

R.E. Jung, A.A. Jones, F.L. Higginbottom, T.G. Wilson, J. Schoolfield, D. Buser, C.H. Hammerle, D.L. Cochran. The influence of matching and non-matching implant and abutment diameters on radiographic crestal bone levels in dogs. J Periodontol 2008;79(2):260–270. (Buser et al. 2008)

L'objectif de cette étude était d'évaluer les modifications de la crête osseuse autour des implants Straumann® Bone Level avec des diamètres de partie secondaire plus petits mis en place à différents niveaux par rapport à la crête alvéolaire.

Matériaux et méthodes

Sur 5 chiens, un total de 60 implants Bone Level avec des diamètres de parties secondaires plus petits ont été mis en place de manière bilatérale, soit au niveau sous-muqueux, soit au niveau transmuqueux. De chaque côté de la mandibule, les implants ont été mis en place de façon aléatoire avec l'épaulement soit au niveau de la crête osseuse alvéolaire, soit 1 mm au-dessous ou en dessous (Fig. 1).

Dans le groupe transmuqueux, les parties secondaires de cicatrisation avaient des longueurs différentes afin que la hauteur d'occlusion finale soit identique pour chaque implant. Les parties secondaires de cicatrisation ont été placées sur les implants sous-gingivaux 4 semaines plus tard. Les prothèses (couronnes en or) ont été mises en place sur des parties secondaires Meso en titane sur tous les implants 12 semaines après la mise en place de ceux-ci.

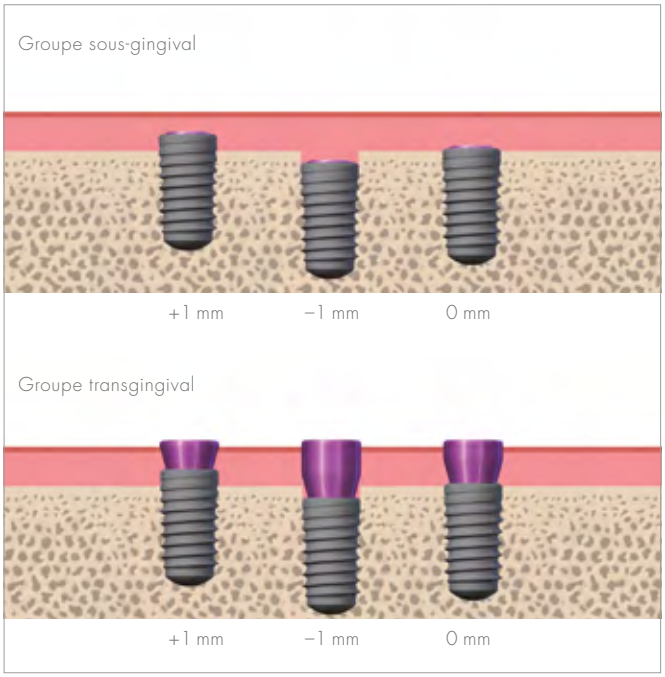


Fig. 1 : *Les groupes sous-gingival et transgingival avec des implants Bone Level mis en place au niveau de la crête osseuse alvéolaire ou à 1 mm au-dessus ou en dessous.*

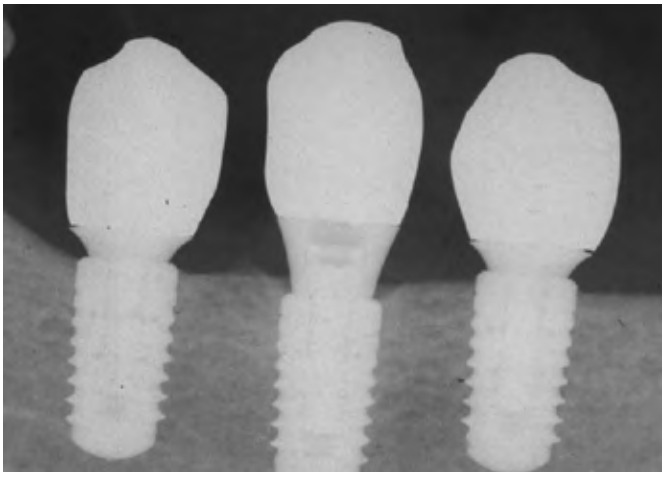


Fig. 2 : *Implants sous-gingivaux 6 mois après la mise en charge. Il faut noter le léger développement osseux de l'implant central entre la mise en place de la couronne et la visite de suivi à 6 mois.*

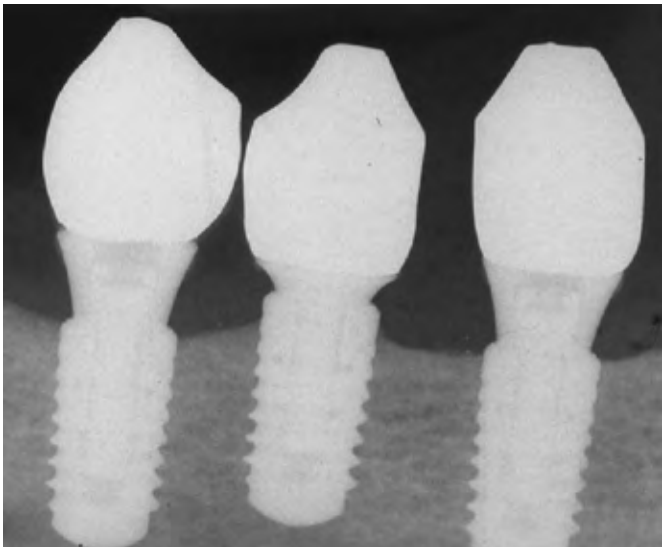


Fig. 3 : *Implants transgingivaux 6 mois après la mise en charge. +1 mm –1 mm 0 mm.*

Une analyse radiographique a été réalisée lors de la mise en place des implants, des couronnes, puis chaque mois pendant 6 mois maximum. Les chiens ont été sacrifiés 6 mois après la mise en charge, et les échantillons ont été traités en vue d'une évaluation histologique et histométrique.

Résultats

Pour les deux groupes, de très légères modifications du niveau de la crête osseuse ont été observées à la radiographie (Fig. 2, 3).

Pour les implants mis en place au niveau sous-muqueux, la modification osseuse moyenne 6 mois après la mise en charge était de +0,17 mm (léger gain osseux), –1,32 mm et –0,15 mm pour les implants mis en place au-dessus, en dessous ou au niveau de la crête osseuse, respectivement (Fig. 4).

La perte osseuse correspondante pour les implants transgingivaux mis en place au-dessus, en dessous et au niveau de la crête osseuse était de –0,20 mm, –1,40 mm et –0,47 mm, respectivement (Fig. 5). Aucune différence significative de la perte osseuse ou du niveau du contact os-implant (BIC) n'a été observée entre les implants sous-gingivaux et transgingivaux. La perte osseuse était supérieure au niveau des implants mis en place en dessous du niveau de la crête osseuse. Cependant, la distance entre l'épaulement de l'implant et le premier BIC avec ces implants était similaire à celle des implants mis en place au niveau de la crête osseuse (moyenne de 0,19 mm et 0,26 mm pour les implants sous-gingivaux, moyenne de 0,14 mm et 0,44 mm pour les implants transgingivaux).

Résultats principaux et conclusion

(1) Les implants Straumann® Bone Level ne montrent que de très légères modifications du niveau de la crête osseuse 6 mois après la mise en charge. (2) Il n'existe aucune différence significative entre les approches sous-gingivale et transgingivale.

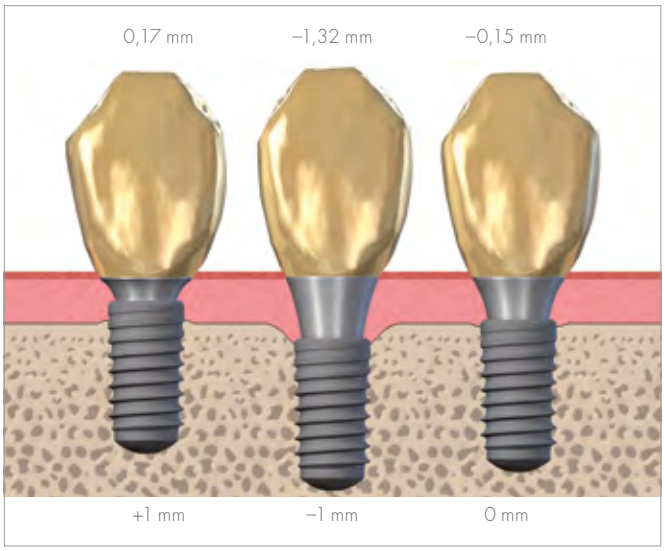


Fig. 4 : *Modifications de la crête osseuse dans le groupe enfoui 6 mois après la mise en charge.*

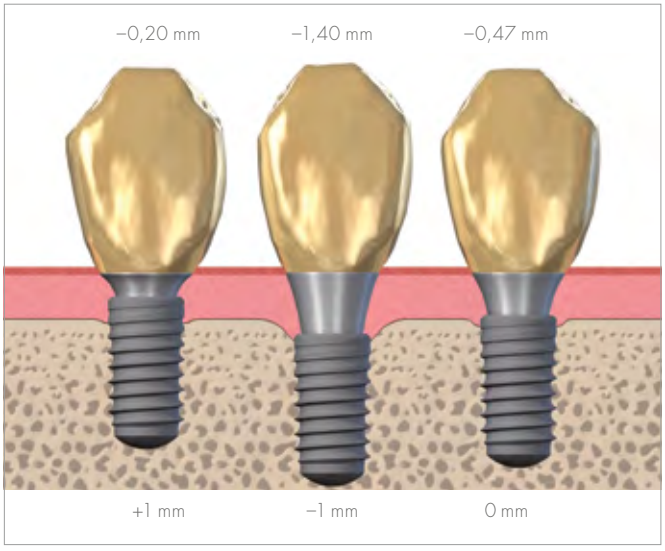


Fig. 5 : *Modifications de la crête osseuse dans le groupe transgingival 6 mois après la mise en charge.*

Préservation osseuse inter-implantaire

N. Elian, M. Bloom, M. Dard, S.C. Cho, R.D. Trushkowsky, D. Tarnow. Effect of inter-implant distance (2 and 3 mm) on the height of inter-implant bone crest: a histomorphometric evaluation. J Periodontol 2011;82(12):1749–1756. (Elian et al. 2011)

Lorsque plusieurs implants sont utilisés pour la réhabilitation orale, la distance inter-implantaire peut avoir une influence considérable sur le remodelage osseux car il a été montré que des implants mis en place trop près peuvent réduire la hauteur de la crête osseuse inter-implantaire. Les études suggèrent qu'une distance inter-implantaire inférieure à 3 mm peut entraîner l'augmentation de la perte osseuse (Tarnow et al. 2000 ; Kuperschmidt et al. 2007). Cependant, il existe des situations cliniques dans lesquelles la mise en place de deux implants à moins de 3 mm de distance est nécessaire pour permettre un positionnement optimal. Cette étude était par conséquent destinée à évaluer le Bone Control Design™ en termes de perte osseuse et de réponse des tissus mous aux implants Straumann® Bone Level à différentes distances inter-implantaires (2 ou 3 mm).

Matériaux et méthodes

Soixante-douze implants Straumann® Bone Level (SLActive®, ∅ 4,1 mm, 8 mm de long) ont été mis en place dans les mandibules de 12 porcs miniatures avec une distance inter-implantaire de 3 mm d'un côté et de 2 mm du côté controlatéral, suivi de la

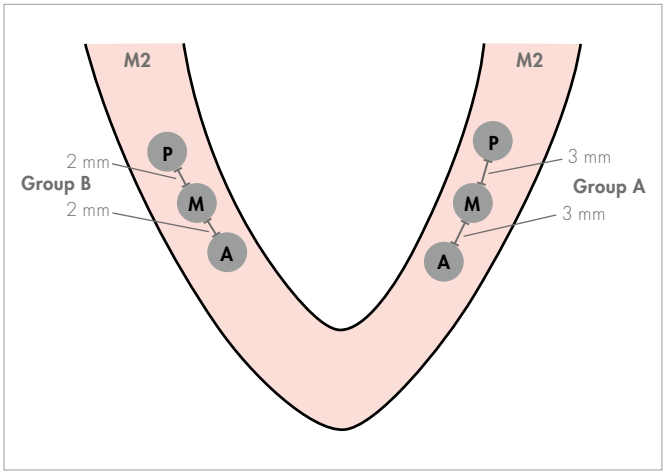


Fig. 1 : *Groupe A : 3 implants avec une distance interproximale de 3 mm ; Groupe B : 3 implants avec une distance interproximale de 2 mm. P = postérieur, M = central, A = antérieur.*

mise en place immédiate de la partie secondaire pour permettre la cicatrisation transgingivale (Fig. 1).

Des radiographies normalisées ont été prises immédiatement après l'intervention chirurgicale et 8 semaines après implantation (fin de l'expérimentation) afin de mesurer la modification osseuse inter-implantaire mésiale et distale (Fig. 2). Des analyses histologiques ont été réalisées sur des parties non décalcifiées. Afin de mesurer le comportement d'ostéo-intégration des deux groupes, le contact os-implant (BIC) a été mesuré.

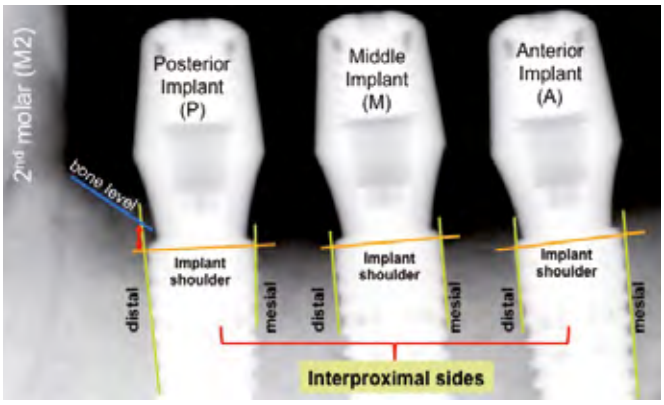


Fig. 2 : *Mesures radiographiques de la modification de la crête osseuse.*

La distance inter-implantaire a été analysée sur les paramètres suivants (Fig. 3) : hauteur gingivale, largeur biologique, contact du tissu conjonctif et profondeur du sillon.

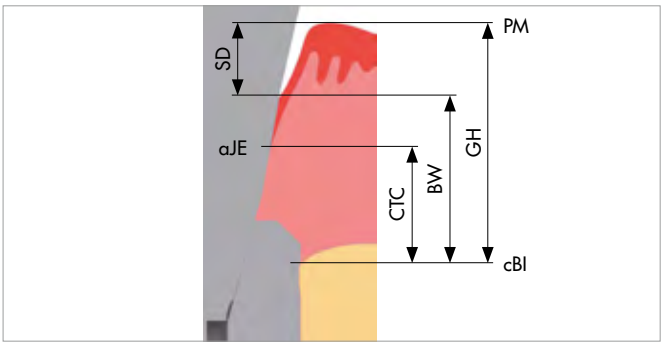


Fig. 3 : *Analyse de la réponse des tissus mous. GH = hauteur gingivale ; BW = largeur biologique ; CTC = contact du tissu conjonctif ; SD = profondeur du sillon ; cBI = crête osseuse par rapport au niveau de l'implant.*

Résultats

Modification radiologique osseuse

Il n'y avait aucune différence statistiquement significative entre les deux groupes en ce qui concerne la modification osseuse inter-implantaire 8 semaines plus tard (Fig. 4).

Évaluation histomorphométrique

Les résultats ont montré que le BIC global moyen n'était pas significativement différent entre les deux groupes (74 ± 15 % et 75 ± 18 % dans les groupes 2 mm et 3 mm, respectivement), comme illustré à la Fig. 5. Il n'y avait aucune différence statistiquement significative entre les deux groupes en ce qui concerne les résultats histomorphométriques.

Fig. 4 : *Images radiographiques de la configuration du test lors de l'insertion de l'implant (gauche) et 8 semaines plus tard (droite). Les données montrent un léger gain osseux dans le groupe test et aucune modification osseuse dans le groupe témoin.*

Groupe	Modification osseuse moyenne
Groupe 2 mm	0,1 mm ± 0,9 mm
Groupe 3 mm	0,0 mm ± 0,6 mm

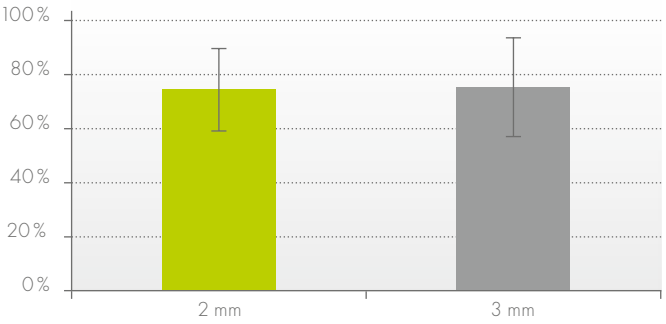


Fig. 5 : *L'évaluation histomorphométrique du contact os-implant n'a pas montré de différence statistiquement significative entre les groupes 2 mm et 3 mm.*

Évaluation des tissus mous

Des mesures ont été effectuées dans les zones inter-implantaires. Pour tous les paramètres des tissus mous, aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les groupes (Tableau 1).

Distance inter-implantaire	2 mm	3 mm
Largeur de l'os	3,8 ± 0,5	4,0 ± 1,2
Hauteur gingivale	4,2 ±1,2	4,5 ± 1,3
Contact du tissu conjonctif	1,7 ± 1,0	1,1 ± 1,1
Profondeur du sillon	0,5 ± 0,5	0,6 ± 0,5

Distance inter-implantaire

(1) Dans cette étude, aucune différence statistiquement significative entre la distance inter-implantaire de 2 mm et de 3 mm n'a été observée pour tous les paramètres étudiés. (2) Le BIC a atteint une valeur d'environ 75 %. (3) Le tissu mou est resté stable. Les résultats de cette étude confirment que le Bone Control Design™ de l'implant Straumann® Bone Level fournit le niveau requis de préservation osseuse, et ce, même dans les situations difficiles.

Conclusions sur la recherche préclinique

- Les implants Straumann® Bone Level avec une conception de corps autotaraudant hybride montrent une stabilité primaire plus élevée par rapport à la conception des implants Tissue Level (Toyoshima et al. 2011).
- Les implants Straumann® Bone Level avec une surface SLActive® ont montré un couple de retrait plus élevé par rapport à OsseoSpeed™, Tapered Screw Vent®, ScrewPlant™ et Osstem™ (Gottlow et al. 2010).
- Des études précliniques réalisées sur des animaux montrent une préservation osseuse excellente et prévisible avec des implants Straumann® Bone Level mis en place à différentes hauteurs avant et après la mise en charge (Jung et al. 2008).
- Les implants Straumann® Bone Level avec des diamètres d'implants et de parties secondaires ne correspondant pas (substitution de plateforme) peuvent être enfouis ou non enfouis sans aucun effet secondaire sur la préservation osseuse (Cochran et al. 1997 ; Hermann et al. 1997 ; Schwarz et al. 2008).
- Une excellente préservation osseuse et une excellente réponse des tissus mous ont été observées lorsque des implants Straumann® Bone Level ont été mis en place les uns à côté des autres, même avec des distances inter-implantaires de 2 mm (Elian et al. 2011).

3. ÉTUDES CLINIQUES

Après de vastes évaluations précliniques de la performance des implants Bone Level et de la tolérance, des études cliniques ont été réalisées. Le principal objectif de toutes les études cliniques était de confirmer chez les patients que l'implant Straumann® Bone Level, en raison de son Bone Control Design™, montre un remodelage osseux minimal, une excellente réponse des tissus mous et des taux de réussite et de survie élevés qui conduisent à des résultats esthétiques durables.

Mise en place précoce de l'implant dans la zone esthétique (SMILE I : 12 mois)

D. Buser, S. Halbritter, C. Hart, M.M. Bornstein, L. Grutter, V. Chappuis, U.C. Belser. Early implant placement with simultaneous guided bone regeneration following single-tooth extraction in the esthetic zone: 12-month results of a prospective study with 20 consecutive patients. J Periodontol 2009;80(1):152–162. (Buser et al. 2009)

SMILE I : résultats du suivi à 12 mois

La mise en place précoce de l'implant après extraction d'une seule dent est une procédure utilisée par nombre de cliniciens dans la zone maxillaire antérieure (Chen et al. 2004), mais la documentation est insuffisante sur les résultats esthétiques. Lorsque les résultats esthétiques ont été rapportés, des récessions des muqueuses ont été observées (Chen et al. 2007). Par conséquent, l'objectif de cette étude était d'évaluer de façon prospective les résultats esthétiques de la pose précoce d'un implant dans les alvéoles d'extraction de dents unitaires dans la zone esthétique avec les implants Straumann® Bone Level.

Matériel et méthodes

Au total, 20 patients nécessitant une restauration dentaire unitaire dans le maxillaire antérieur ont été inclus dans l'étude. Après l'extraction de la dent, une période de cicatrisation de l'alvéole de 4 à 8 semaines était programmée. Les implants Bone Level ont été par la suite posés et coiffes de cicatrisation placées. Une augmentation simultanée du contour a été réalisée en utilisant la régénération osseuse guidée (GBR) avec un minéral d'os d'origine bovine et une membrane de collagène (Fig. 1). La réouverture a été réalisée entre 8 et 12 semaines plus tard (jour 0). Dans les 7 jours qui ont suivi, des couronnes provisoires ont été mises en place et, si nécessaire, progressivement élargies afin d'optimiser

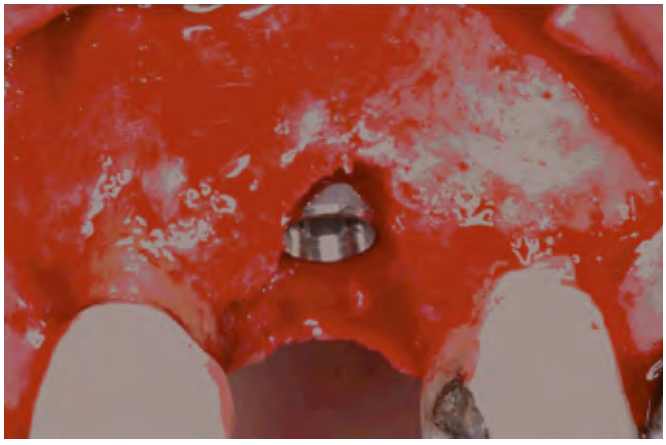


Fig. 1 : *Vue occlusale après mise en place de l'implant avec un défaut péri-implantaire à 2 parois, favorable à une GBR prévisible.*

les contours des tissus mous. Les restaurations tout céramiques scellées définitives ont été posées 6 mois plus tard.

Les paramètres mesurés étaient : indice de plaque modifié (mPLI), indice de saignement sulculaire modifié (mSBI), profondeur de sondage (PD), largeur de la muqueuse kératinisée (KM), distance entre le bord gingival et l'épaulement de l'implant, distance entre l'épaulement de l'implant et le premier contact os-implant (DIB), hauteur médiofaciale de la couronne de l'implant et de la dent controlatérale, score esthétique rose et score esthétique blanc.

Résultats

Tous les implants ont été intégrés avec succès à 12 mois, avec des tissus mous péri-implantaires sains. Les implants répondaient aux critères de réussite stricts (Buser et al. 1990), et les résultats correspondaient à ceux issus d'autres études prospectives évaluant les mêmes paramètres (Buser et al. 1990 ; Behneke et al. 2000 ; Behneke et al. 2000 ; Weber et al. 2000 ; Bornstein et al. 2005).

Les valeurs mPLI, mSBI et PD moyennes à 12 mois étaient respectivement de 0,36, 0,21 et 4,43 mm (Tableau 1). Une large bande de KM a été observée à 3 mois, laquelle est restée stable à 6 et 12 mois (Tableau 1). Les valeurs DIB moyennes à 3, 6 et 12 mois étaient respectivement de 0,09, 0,14 et 0,18 mm (Tableau 1). L'évaluation radiographique a indiqué que 15 des 20 implants ont montré une résorption osseuse minimale (Fig. 2), et qu'un seul implant a montré une perte osseuse supérieure à 0,5 mm avec une récession mineure des muqueuses comprise entre 0,5 et 1,0 mm. Les valeurs DIM moyennes à 12 mois étaient respectivement de –6,68, –6,00, –3,53 et –3,84 mm pour les mesures mésiale, distale, faciale et buccale. L'augmentation prévisible du contour avec un minéral d'os anorganique d'origine bovine a par conséquent présenté un risque faible de récession des muqueuses. (Lindeboom et al. 2006 ; Chen et al. 2007 ; Evans/Chen 2008).

	3 mois	6 mois	12 mois
mPLI	0,08 ± 0,24	0,08 ± 0,20	0,36 ± 0,33
mSBI	0,26 ± 0,29	0,16 ± 0,23	0,21 ± 0,17
PD	3,69 ± 0,62	3,75 ± 0,46	4,43 ± 0,57
KM	4,06 ± 1,43	4,10 ± 1,41	4,50 ± 1,54
DIB	0,09 ± 0,16	0,14 ± 0,25	0,18 ± 0,20

Tab. 1 : *Paramètres cliniques et radiographiques à 3, 6 et 12 mois.*

Les scores esthétiques blanc et rose moyens étaient respectivement de 8,10 et 8,65 (score total = 16,75) indiquant de bons résultats esthétiques. Le score maximal de l'esthétique « rouge et blanc » est de 10, et le seuil d'acceptabilité clinique de 6/10 pour chaque indice.

Conclusions

(1) De bons résultats cliniques et esthétiques ont été observés sur 12 mois. (2) Le risque de récession des muqueuses était faible. (3) Des critères de réussite stricts ont été satisfaits entraînant des taux de réussite et de survie de 100 % à 12 mois. (4) Une résorption minimale de la crête osseuse a été démontrée. (5) La majorité des patients ont présenté une perte osseuse inférieure à 0,3 mm.

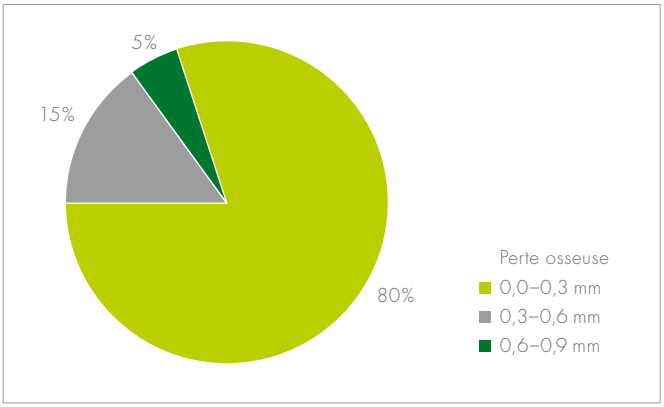


Fig. 2 : *La majorité des patients (80 %) ont présenté une perte osseuse inférieure à 0,3 mm.*

Mise en place précoce de l'implant dans la zone esthétique (SMILE I : 36 mois)

D. Buser, J. Wittneben, M.M. Bornstein, L. Grutter, V. Chappuis, U.C. Belser. Stability of contour augmentation and esthetic outcomes of implant-supported single crowns in the esthetic zone : 3-year results of a prospective study with early implant placement postextraction. J Periodontol 2011;82(3):342–349. (Buser et al. 2011)

SMILE I : résultats du suivi à 36 mois

La mise en place précoce de l'implant après extraction d'une seule dent est une procédure utilisée par nombre de cliniciens dans la zone maxillaire antérieure (Hammerle et al. 2004), mais la documentation est insuffisante sur les résultats esthétiques. Lorsque les résultats esthétiques ont été rapportés, des récessions des muqueuses ont été observées (Chen et al. 2007). Par conséquent, l'objectif de cette étude était d'évaluer de façon prospective les résultats esthétiques de la pose précoce d'un implant dans les alvéoles d'extraction de dents unitaires dans la zone esthétique avec les implants Straumann® Bone Level.

Matériel et méthodes

Au total, 20 patients nécessitant une restauration dentaire unitaire dans le maxillaire antérieur ont été inclus dans l'étude. Après l'extraction de la dent sans lambeau, une période de cicatrisation de l'alvéole de 4 à 8 semaines était programmée. Les implants Bone Level implants (∅ 4,1 mm SLActive®) ont été mis en place par la suite et scellés avec des coiffes de cicatrisation, avec une augmentation simultanée du contour utilisant de l'os autogène prélevé localement associé à un minéral d'os anorganique d'origine bovine et une membrane de collagène. La réouverture a été réalisée entre 8 et 12 semaines plus tard (jour 0). Dans les 7 jours qui ont suivi, des couronnes provisoires ont été mises en place et, si nécessaire, progressivement élargies afin d'optimiser les contours des tissus mous. Les restaurations tout céramiques scellées définitives ont été posées 6 mois plus tard.

Les patients ont été rappelés pour des visites de suivi à 12, 24 et 36 mois. Pendant ces consultations, plusieurs paramètres ont été évalués, y compris :

- Indice de plaque modifié (mPLI)
- Indice de saignement du sulcus modifié (mSBI)
- Profondeur de sondage (PD)
- Largeur de la muqueuse kératinisée (KM)
- Distance entre l'épaulement de l'implant et le premier contact os-implant (DIB)
- Score esthétique rose (PES) (Belser et al. 2009)
- Score esthétique blanc (WES) (Belser et al. 2009)

Pour toutes les mesures, le jour de la réentrée a constitué le début de l'étude (Jour 0).

Résultats

Les 20 implants ont atteint et maintenu une intégration réussie des tissus aux visites de suivi à 3 ans, remplissant ainsi le critère de succès strict (Buser et al. 2011).

Paramètres standards des tissus mous

Les paramètres standards des tissus mous, comme le mPLI, le mSBI, la PD et la KM, ont été évalués à 3, 6, 12 et 36 mois suivant le jour de référence. Ces paramètres ont été évalués une fois la couronne en place. Les valeurs moyennes de l'IPm et de l'ISSm à 36 mois étaient de 0,40 et 0,20, respectivement (Tableau 1). La valeur moyenne de la PD a augmenté, passant de 3,69 mm à la visite à 3 mois à 4,00 mm à la visite du 36e mois. Toutefois, ce changement n'était pas statistiquement significatif. Une large bande de muqueuse kératinisée (KM) a été observée à 3 mois, et est restée stable aux dates suivantes de l'étude (Tableau 1).

	3 mois	6 mois	12 mois	36 mois
mPLI	0,08 ± 0,24	0,08 ± 0,20	0,36 ± 0,33	0,40 ± 0,27
mSBI	0,26 ± 0,29	0,16 ± 0,23	0,21 ± 0,17	0,20 ± 0,20
PD	3,69 ± 0,62	3,75 ± 0,46	4,43 ± 0,57	4,00 ± 0,56
KM	4,06 ± 1,43	4,10 ± 1,41	4,50 ± 1,54	4,10 ± 1,17

Tab. 1 : *Moyennes et écarts-types des paramètres standard des tissus mous pendant la phase de suivi de 3 ans. Les valeurs de la KM et de la PD sont indiquées en mm.*

Évaluation radiographique / Valeurs de la DIB

Des radiographies périapicales ont été prises au cours de chaque visite à partir du jour de référence (JR). La distance entre l'épaulement de l'implant et le premier contact os-implant a été évaluée (DIB). Au début de l'étude, la valeur DI B moyenne était de 0 mm. Des schémas de remodelage ont été observés : Les valeurs DIB ont augmenté entre 3 et 6 mois et 12 mois avec des valeurs de 0,09 mm, 0,14 mm et 0,18 mm, respectivement. La valeur moyenne est ensuite restée stable à 0,18 mm jusqu'au 36e mois (Figure 1).

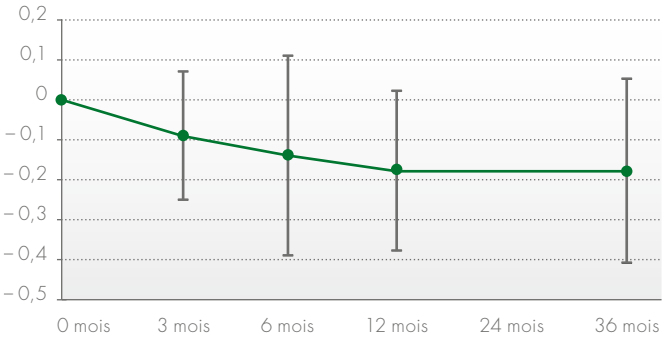


Fig. 1 : *Évolution de la crête osseuse illustrée par la DIB moyenne (en 33), avec un schéma de remodelage durant les 12 premiers mois et un os stable les mois suivants.*

Une analyse radiographique de fréquence de la crête osseuse a montré que 18 patients ont subi une perte osseuse de 0,5 mm ou moins à 3 ans.

Paramètres esthétiques
Le score maximal de l'esthétique « rouge et blanc » est de 10, et le seuil d'acceptabilité clinique de 6 / 10 pour chaque indice. Les scores PES et WES moyens (Belser et al. 2009) sont restés stables entre 12 et 36 mois avec des valeurs de 8,10 et 8,65, respectivement (score total de 16,75) indiquant un résultat esthétique favorable (Tableau 2).

	12 mois	36 mois
Moyenne PES	8,1	8,1
Moyenne WES	8,65	8,65
Total	16,75	16,75

Tab. 2 : *Les paramètres esthétiques ont conservé des valeurs stables et élevées entre 12 et 36 mois.*

Résultats principaux et conclusion
(1) Les critères de succès et de survie stricts ont été remplis, donnant des taux de succès et de survie de 100 % à 36 mois. (2) Une résorption minime de la crête osseuse a été démontrée. (3) Une stabilité de la crête osseuse à 12 mois a été mise à jour. (4) De bons résultats esthétiques et cliniques ont été observés à 12 et 36 mois.

Dans la présente étude, des implants Bone Level ont été utilisés dans un schéma de substitution de plateforme. Ce schéma a récemment beaucoup attiré l'attention car il serait associé à une résorption osseuse minimale au niveau crestal pendant la mise en charge fonctionnelle (Lazzara / Porter 2006 ; Atieh et al. 2010). La présente étude confirme cette hypothèse car les 20 implants ont présenté une perte osseuse moyenne de seulement 0,18 mm entre le jour de mise en charge et le suivi à 3 ans, indiquant ainsi des résultats esthétiques et de performance élevés. (Buser et al. 2011).

Préservation osseuse autour des implants Bone Level avec des techniques enfouies et non enfouies

C.H. Hammerle, R.E. Jung, M. Sanz, S. Chen, W.C. Martin, J. Jackowski ; On behalf of this multicentre study group, C.J. Ivanoff, L. Cordaro, J. Ganeles, D. Weingart, J. Wiltfang, M. Gahlert. Submerged and transmucosal healing yield the same clinical outcomes with two-piece implants in the anterior maxilla and mandible: interim 1-year results of a randomized, controlled, clinical trial. Clin Oral Implants Res 2012;23(2):211–219. (Hammerle et al. 2012)

SMILE II : résultats du suivi à 12 mois

La procédure chirurgicale et la conception de l'implant influencent tous deux le résultat esthétique. Par exemple, on peut préférer la technique de l'implant enfoui pour parvenir à un résultat fonctionnel et esthétique dans la région antérieure. Les implants avec un épaulement métallique réduit peuvent quant à eux contribuer à améliorer l'aspect esthétique des restaurations. La variation moyenne de l'os marginal au fil du temps est un autre facteur important (Hermann et al. 2001b), avec un critère de succès historique défini comme une perte osseuse de moins de 1,5 mm au cours de la première année puis inférieure à 0,2 mm par an (Albrektsson et al. 1986).

Cette étude a été conçue pour évaluer le degré de variation du niveau osseux avec la cicatrisation enfouie et transgingivale. Elle visait également à évaluer toute différence quant au processus de variation entre les deux procédures avec les implants Straumann® Bone Level SLActive®.

Matériel et méthodes

Des implants ont été posés pour le remplacement d'une seule dent dans la région antérieure du maxillaire et de la mandibule sur un total de 146 patients au sein de 12 centres répartis dans 7 pays. Une couronne provisoire a été posée entre les semaines 8 et 14, la reconstruction finale a été mise en place à la semaine 26. Le paramètre principal était la modification au niveau osseux mesuré par des radiographies normalisées prises lors de l'intervention chirurgicale (début de l'étude), lors de la mise en place provisoire (environ 14 semaines), lors de la mise en place de la couronne définitive (6 mois) et à 12 mois. Un suivi est prévu chaque année pendant 5 ans. Les paramètres secondaires comprenaient la récession des tissus mous, la réussite et la survie de l'implant, ainsi que la réussite de la prothèse.

Résultats

La population en intention de traiter (ITT) pour les résultats à 1 an comprenait 127 patients (60 et 67 dans les groupes transgingival et enfoui, respectivement, avec un âge moyen de 45,5 ans et de 47,3 ans, respectivement). Selon les données issues de la population ITT à 12 mois, la modification moyenne

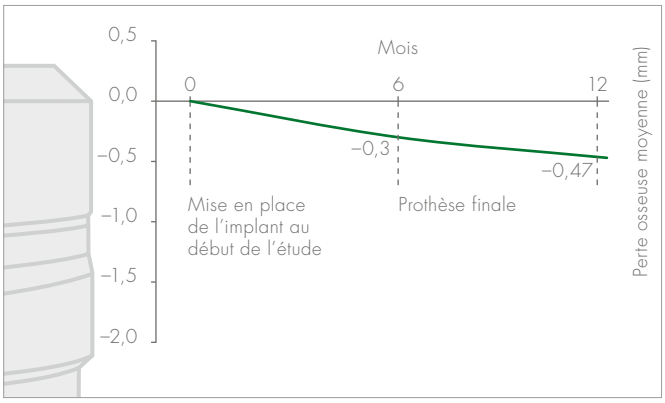


Fig. 1 : *Modification moyenne du niveau osseux par rapport au début de l'étude à 6 et 12 mois.*

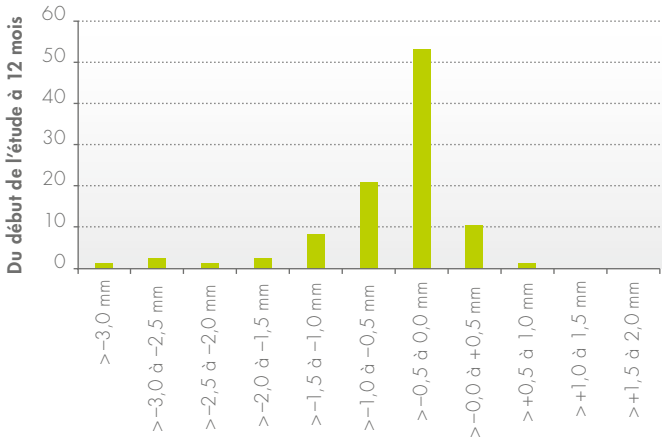


Fig. 2 : *Pourcentage d'implants dans les différentes catégories de modification de niveau osseux.*

du niveau osseux 6 mois plus tard était de −0,30 ± 0,47 mm (−0,32 ± 0,47 mm et −0,29 ± 0,35 mm pour les groupes enfoui et transgingival, respectivement), tandis qu'après 12 mois la modification moyenne du niveau osseux était de −0,47 ± 0,64 mm (−0,47 ± 0,64 mm et −0,48 ± 0,65 mm pour les groupes enfoui et transgingival, respectivement) (Fig. 1). Par conséquent, il n'y avait aucune différence significative du niveau osseux entre les deux groupes. Presque deux tiers des implants (64,8 %) ont montré une perte osseuse inférieure à 0,5 mm sur 12 mois (Fig. 2). Le taux de survie et de réussite des implants étaient de 99,2 %.

La satisfaction des patients en ce qui concerne la prothèse définitive était extrêmement élevée ; 99 % des patients ont indiqué que leur niveau de satisfaction était excellent ou bon (Fig. 3).

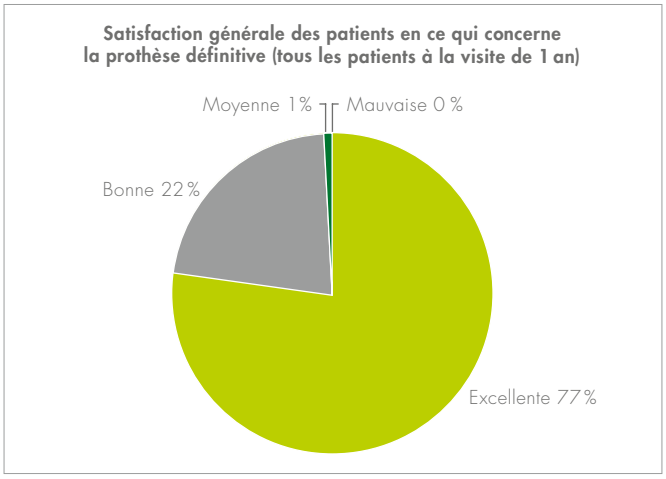

Satisfaction générale des patients en ce qui concerne la prothèse définitive (tous les patients à la visite de 1 an)
Moyenne 1%
Mauvaise 0 %
Bonne 22 %
Excellente 77 %

Fig. 3 : *Satisfaction générale des patients en ce qui concerne la prothèse définitive à 12 mois.*

Résultats principaux et conclusion

Les critères de réussite pour les implants traditionnels comprennent une perte osseuse acceptable inférieure ou égale à 1,0 mm au cours de la première année et inférieure à 0,2 mm par an par la suite (Albrektsson et al. 1986). Récemment, cependant, il y a eu des suggestions indiquant que ces critères devaient être modifiés vers une perte osseuse plus acceptable pour les implants modernes de 0,5 mm sur 5 ans. Cependant, de nombreuses études sur lesquelles se base cette suggestion utilisent la mise en place de prothèse temporaire ou définitive plutôt que la mise en place de l'implant comme mesure de référence pour la modification du niveau osseux (Engquist et al. 2002). Des études utilisant la mise en place d'implant comme mesure de référence pour la modification du niveau osseux ont montré une perte osseuse pertinente avant la mise en charge (Engquist et al. 2002 ; Astrand et al. 2004 ; A strand et al. 2004), par conséquent, la mise en place de prothèse comme référence peut permettre d'obtenir une réflexion imprécise de la quantité réelle de perte osseuse (Cooper et al. 2001 ; De Bruyn et al. 2008). Une image plus précise peut être possible en mesurant les niveaux osseux lors de la mise en place de l'implant et à intervalles réguliers par la suite (Fig. 3). La connaissance de l'étendue de la modification du niveau osseux à laquelle s'attendre présente une pertinence clinique énorme au niveau de la planification du traitement afin d'obtenir un résultat esthétique optimal. Par exemple, une perte osseuse inattendue peut provoquer une récession importante des tissus mous entraînant un échec esthétique.

Pour résumer

- La modification du niveau osseux marginal était limitée et non significativement différente entre les implants enfouis et transgingivaux.
- Des taux de réussite et de survie extrêmement élevés ont été observés (99,2 % pour les deux).
- La satisfaction des patients en ce qui concerne le résultat était extrêmement élevée (99 %).

Préservation osseuse autour des implants Bone Level avec des techniques enfouies et non enfouies

L. Cordaro, S. Chen, M. Sanz, J. Wiltfang, D. Weingart, W.C. Martin, J. Ganeles, C.-J. Ivanoff, J. Jackowski, M. Gahlert, R. Jung. Submerged vs. non-submerged healing of implants for single-tooth replacement in the esthetic zone. Results from a multicenter RCT. European Association for Osseointegration 19th Annual Scientific Meeting, October 6–9 2010, Glasgow, UK; Abs. 053. (Cordaro et al. 2010)

SMILE II : résultats du suivi à 24 mois

La procédure chirurgicale et la conception de l'implant influencent tous deux le résultat esthétique. Par exemple, on peut préférer la technique de l'implant enfoui pour parvenir à un résultat fonctionnel et esthétique dans la région antérieure. Les implants avec un épaulement métallique réduit peuvent quant à eux contribuer à améliorer l'aspect esthétique des restaurations. La variation moyenne de l'os marginal au fil du temps est un autre facteur important (Hermann et al. 2001a ; Hermann et al. 2001b ; Hermann et al. 2001c ;), avec un critère de succès historique défini comme une perte osseuse de moins de 1,5 mm au cours de la première année puis inférieure à 0,2 mm par an (Albrektsson et al. 1986).

Cette étude a été conçue pour évaluer le degré de variation du niveau osseux avec la cicatrisation enfouie et transgingivale. Elle visait également à évaluer toute différence quant au processus de variation entre les deux procédures avec les implants Straumann® Bone Level SLActive®.

Matériel et méthodes

Des implants (Ø 4,1 mm SLActive®) ont été posés pour le remplacement d'une seule dent dans la région antérieure du maxillaire et de la mandibule sur un total de 146 patients au sein de 12 centres répartis dans 7 pays. Une couronne provisoire a été posée entre les semaines 8 et 14, la reconstruction finale a été mise en place à la semaine 26. Le critère primaire était l'évaluation de la variation du niveau osseux, mesurée à l'aide de radiographies standardisées réalisées à différentes étapes. Les paramètres secondaires incluaient les paramètres des tissus mous, le succès de l'implant et le taux de survie ainsi que le taux de survie des restaurations prothétiques. Témoin : Cicatrisation sous-gingivale (SMH) Test : Cicatrisation transgingivale (TMH).

Les patients ont été revus lors de plusieurs visites de suivis programmées à différentes dates. Au cours de ces visites, plusieurs paramètres ont été évalués, dont :

- profondeur de la poche de sondage (PPD)
- niveau d'attache clinique (CAL)
- variation de la crête osseuse
- satisfaction du patient

Résultats

Pour les résultats à 2 ans, la population en intention de traiter incluait 120 patients (58 patients pour le groupe CTG, 62 patients pour le groupe SMH). Un implant a été perdu lors de la pose de la prothèse finale (6 mois après la chirurgie). Le taux de survie s'élève donc à 99,2 %.

Évaluation radiographique / modification de la crête osseuse

Des radiographies périapicales ont été réalisées lors de la chirurgie (évaluation initiale), puis 6, 12 et 24 mois après celle-ci pour évaluer la variation de la crête osseuse. La variation moyenne de la crête osseuse a montré des modèles de remodelage à 6 et 12 mois avec des valeurs moyennes de –0,31 mm et –0,46 mm pour l'ensemble de la population en intention de traiter. Du mois

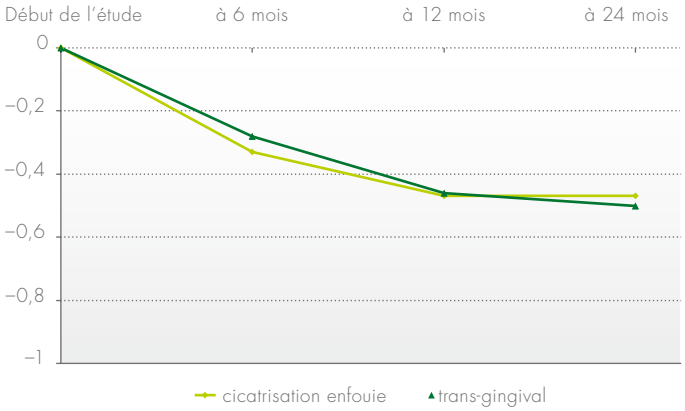


Fig. 1 : *Pourcentage d'implants dans les différentes catégories de modification de niveau osseux.*

12 à 24, on a observé une variation osseuse mineure de –0,01 mm, qui a révélé que l'os était stable. La comparaison des variations de la crête osseuse dans les deux groupes n'a permis d'observer aucune différence statistique significative. Le modèle de variation osseuse était similaire dans les deux groupes (Fig. 1). L'analyse de fréquence de la variation de la crête osseuse n'a révélé aucune différence statistique significative entre les deux groupes (Fig. 2).

Paramètres des tissus mous :

Les valeurs CAL et PPD moyennes sont restées stable entre le dépistage et le suivi à 2 ans pour les deux groupes (SMH et TMH), comme l'illustre le tableau 1 :

L'évaluation des paramètres des tissus mous à la visite de suivi à 2 ans n'a révélé aucune différence statistique significative entre le groupe à l'étude et le groupe témoin.

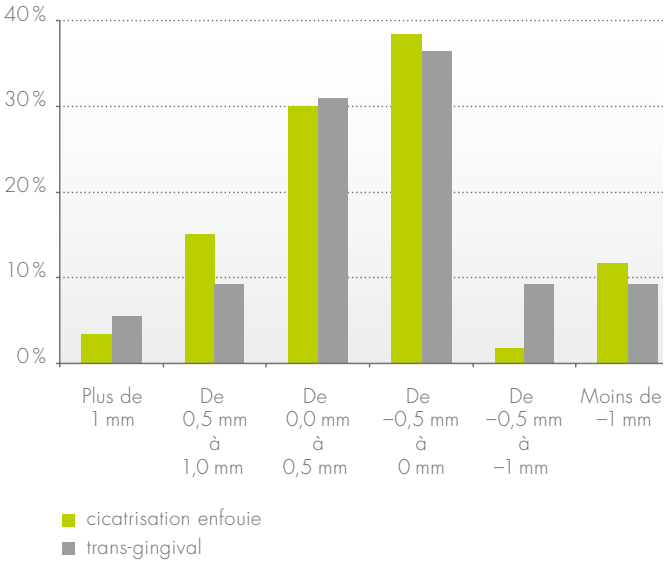


Fig. 2 : *Une variation osseuse positive ou négative de –0,5 mm au maximum a été observée dans les deux groupes dans plus de 80 % des cas.*

	Groupe	Dépistage	Suivi à deux ans
CAL	SMH	2,6 ± 1,1	2,6 ± 1,0
	TMH	2,5 ± 0,9	2,6 ± 1,1
PPD	SMH	2,3 ± 0,5	2,4 ± 0,6
	TMH	2,1 ± 0,5	2,4 ± 0,6

Tab. 1 : *Paramètres des tissus mous (écart moyen et standard) à l'inclusion et à la visite de suivi à 2 ans, exprimés en mm.*

Satisfaction des patients

Les patients ont été interrogés sur leur degré de satisfaction globale quant à la prothèse finale. Dans presque 80 % des cas, les patients ont jugé excellente la solution adoptée.

Conclusions

- Taux de survie (99,2 %) et de réussite (99,3 %) élevés.
- Il n'y a eu aucune différence statistiquement significative entre les groupes témoins et les groupes testés (groupes sous-gingival et transgingival), appuyant par conséquent les implants Bone Level pour les deux types de cicatrisation.
- Modification minimale de la crête osseuse observée 24 mois après le placement de l'implant.
- La stabilité de la crête osseuse a été observée entre le mois 12 à 24 (–0,01 mm).
- Les paramètres des tissus mous n'ont révélé aucune variation drastique entre l'inclusion et le suivi à 24 mois.
- Grande satisfaction des patients.

Conclusions sur les études cliniques

Implants Straumann® Bone Level :

- Permettent des résultats hautement esthétiques en raison d'une très bonne préservation de la crête osseuse, ce qui conduit à la stabilité des tissus mous.
- Montrent un taux de réussite élevé (99,3–100 %) (Buser et al. 2011) et une satisfaction élevée des patients (Cordaro et al. 2010 ; Hammerle et al. 2012).
- Peuvent être utilisés avec succès dans un grand nombre d'indications.
- Ont des niveaux de performance confirmés dans un essai à grande échelle en cabinet privé.

RÉFÉRENCES

Albrektsson, T., et al. (1986). "The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success." Int J Oral Maxillofac Implants 1(1): 11–25.

Alomrani, A. N., et al. (2005). "The effect of a machined collar on coronal hard tissue around titanium implants: a radiographic study in the canine mandible." Int J Oral Maxillofac Implants 20(5): 677–86.

Astrand, P., et al. (2004). "A three-year follow-up report of a comparative study of ITI Dental Implants and Branemark System implants in the treatment of the partially edentulous maxilla." Clin Implant Dent Relat Res 6(3): 130–41.

Astrand, P., et al. (2004). "Astra Tech and Branemark system implants: a 5-year prospective study of marginal bone reactions." Clin Oral Implants Res 15(4): 413–20.

Atieh, M. A., et al. (2010). "Platform switching for marginal bone preservation around dental implants: a systematic review and meta-analysis." J Periodontol 81(10): 1350–66.

Behneke, A., et al. (2000). "The longitudinal clinical effectiveness of ITI solid-screw implants in partially edentulous patients: a 5-year follow-up report." Int J Oral Maxillofac Implants 15(5): 633–45.

Behneke, A., et al. (2000). "Treatment of peri-implantitis defects with autogenous bone grafts: six-month to 3-year results of a prospective study in 17 patients." Int J Oral Maxillofac Implants 15(1): 125–38.

Belser, U. C., et al. (2009). "Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: a cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores." J Periodontol 80(1): 140–51.

Bornstein, M. M., et al. (2005). "Early loading of non-submerged titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface. 5-year results of a prospective study in partially edentulous patients." Clin Oral Implants Res 16(6): 631–8.

Buser, D., et al. (2009). "Early implant placement with simultaneous guided bone regeneration following single-tooth extraction in the esthetic zone: 12-month results of a prospective study with 20 consecutive patients." J Periodontol 80(1): 152–62.

Buser, D., et al. (1990). "Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants." Clin Oral Implants Res 1(1): 33–40.

Buser, D., et al. (2011). "Stability of contour augmentation and esthetic outcomes of implant-supported single crowns in the esthetic zone: 3-year results of a prospective study with early implant placement postextraction." J Periodontol 82(3): 342–9.

Cehreli M.C., et al. (2004) "Force transmission of one-and two-piece morse-taper oral implants: a nonlinear finite element analysis". Clin Oral Implants Res, 2004 Aug;15(4):481–9

Chen, S. T., et al. (2007). "A prospective clinical study of non-submerged immediate implants: clinical outcomes and esthetic results." Clin Oral Implants Res 18(5): 552–62.

Chen, S. T., et al. (2004). "Immediate or early placement of implants following tooth extraction: review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes." Int J Oral Maxillofac Implants 19 Suppl: 12–25.

Chiche, G. (2004). "Practical crown and bridge for predictable aesthetics." J Ir Dent Assoc 50(3): 118–20.

Cochran, D. L., et al. (1997). "Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implanto-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible." J Periodontol 68(2): 186–98.

Cochran D.L. et al (2009). "Bone Response to Loaded Implants With Non-Matching Implant-Abutment Diameters in the Canine Mandible." J. Periodont., Arp 2009

Cooper, L. et al. (2001). "A multicenter 12-month evaluation of single-tooth implants restored 3 weeks after 1-stage surgery." Int J Oral Maxillofac Implants 16(2): 182–92.

Cordaro, L., et al. (2010). "Submerged vs. non-submerged healing of implants for single-tooth replacement in the esthetic zone. Results from a multicenter RCT." European Association for Osseointegration 19th Annual Scientific Meeting. Glasgow: abstract 053.

De Bruyn, H., et al. (2008). "Immediate functional loading of TiOblast dental implants in full-arch edentulous mandibles: a 3-year prospective study." Clin Oral Implants Res 19(7): 717-23.

Dibart, S., et al. (2010). "Implant-abutment connection: in vitro testing of the microbiological seal." 88th General Session and Exhibition of the IADR. Barcelona: abstract 1637.

Dibart, S., et al. (2005). "In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system." Int J Oral Maxillofac Implants 20(5): 732–7.

Elian, N., et al. (2011). "Effect of Interimplant distance (2 and 3 mm) on the height of interimplant bone crest: a histomorphometric evaluation." J Periodontol 82(12): 1749–56.

Engquist, B., et al. (2002). "Simplified methods of implant treatment in the edentulous lower jaw. A controlled prospective study. Part I: one-stage versus two-stage surgery." Clin Implant Dent Relat Res 4(2): 93–103.

Evans, C. D. and Chen, S. T. (2008). "Esthetic outcomes of immediate implant placements." Clin Oral Implants Res 19(1): 73–80.

Ferrario V.F., et al. (2004). "Single tooth bite forces in healthy young adults." J Oral Rehabil 31(1):18–22.

Gardner, D. M. (2005). "Platform switching as a means to achieving implant esthetics." N Y State Dent J 71(3): 34–7.

Gottlow, J., Sennerby, L. (2010). "Influence of surface and implant design on stability of five commercial titanium implants. A biomechanical study in the rFigit." Academy of Osseointegration 25th Anniversary Meeting. Orlando: abstract 193.

Habersetzer, P. (2012). "Bone level implant. Microgap measurement with focused ion beam scanning electron microscope technique. Internal report." Data on file.

Hammerle, C. H., et al. (2004). "Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets." Int J Oral Maxillofac Implants 19 Suppl: 26–8.

Hammerle, C. H., et al. (2012). "Submerged and transmucosal healing yield the same clinical outcomes with two-piece implants in the anterior maxilla and mandible: interim 1-year results of a randomized, controlled clinical trial." Clin Oral Implants Res 23(2): 211–9.

Hansson S (2000) Implant-abutment interface: biomechanical study of flat top versus conical." Clin Implant Dent relat Res, 2000;2(1):33–41.

Hansson, S. (2003). "A conical implant-abutment interface at the level of the marginal bone improves the distribution of stresses in the supporting bone. An axisymmetric finite element analysis." Clin Oral Implants Res 14(3): 286–93.

Hermann, J. S., et al. (2000). "Biologic width around titanium implants. A physiologically formed and stable dimension over time." Clin Oral Implants Res 11(1): 1–11.

Hermann, J. S., et al. (2001a). "Biologic Width around one- and two-piece titanium implants." Clin Oral Implants Res 12(6): 559–71.

Hermann, J. S., et al. (1997). "Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible." J Periodontol 68(11): 1117–30.

Hermann, J. S., et al. (2001b). "Crestal bone changes around titanium implants: a methodologic study comparing linear radiographic with histometric measurements." Int J Oral Maxillofac Implants 16(4): 475–85.

Hermann, J. S., et al. (2001c). "Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible." J Periodontol 72(10): 1372–83.

International Organization for Standardization (2011). "Dynamic fatigue test for endosseous dental implants."

Jung, R. E., et al. (2008). "The influence of non-matching implant and abutment diameters on radiographic crestal bone levels in dogs." J Periodontol 79(2): 260–70.

Khraisat, A., et al. (2002). "Fatigue resistance of two implant/abutment joint designs." J Prosthet Dent 88(6): 604–10.

Kuperschmidt I., et al. (2007). "Inter-implant bone height changes in anterior maxillary immediate and non-immediate adjacent dental implants." J Periodontol 78(6): 991–996.

Lazzara, R. J. and Porter, S. S. (2006). "Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels." Int J Periodontics Restorative Dent 26(1): 9–17.

Lindeboom, J. A., et al. (2006). "Immediate placement of implants in periapical infected sites: a prospective randomized study in 50 patients." Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 101(6): 705–10.

Lioubavina-Hack N., et al. (2006) Significance of primary stability for osseointegration of dental implants. Clin Oral Implants Res; 17:244–250.

Misch, C.E. (2006) "Consideration of biomechanical stress in treatment with dental implants." Dent Today 2006;25(5):80,82, 84–5, quiz 85.

Müller, D. (2006). "Bone level implant ultimate sterngth test." Data on file.

Müller, D. (2006–2007). "Bone level implant fatigue tests." Data on file.

Norton, M. R. (1997). "An in vitro evaluation of the strength of an internal conical interface compared to a butt joint interface in implant design." Clin Oral Implants Res 8(4): 290–8.

Oates T.W. et al. (2007). "Enhanced implant stability with a chemically modified SLA® surface: a randomized pilot study." Int J Oral Maxillofac Implants 2007;22:755–760.

Piattelli, A., et al. (2003). "Role of the microgap between implant and abutment: a retrospective histologic evaluation in monkeys." J Periodontol 74(3): 346–52.

Rosentritt, M., et al. (2006). "Influence of stress simulation parameters on the fracture strength of all-ceramic fixed-partial dentures." Dent Mater 22(2): 176–82.

Rupp, F., et al. (2006). "Enhancing surface free energy and hydrophilicity through chemical modification of microstructured titanium implant surfaces." J Biomed Mater Res A 76(2): 323–34.

Sakaguchi, R. L., et al. (1986). "The wear of a posterior composite in an artificial mouth: a clinical correlation." Dent Mater 2(6): 235–240.

Schaap B. and Hornberger H. (2007). "BL implant. Screw loosening test: internal report." Data on file.

Schwarz F. et al. (2007) Assessment of initial and early osseous integration at SLA® and SLActive® implants. Clin. Oral Impl. Res. 2007;18:481–488.

Tarnow, D. P., et al. (2000). "The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest." J Periodontol 71(4): 546–9.

Todescan, F. F., et al. (2002). "Influence of the microgap in the peri-implant hard and soft tissues: a histomorphometric study in dogs." Int J Oral Maxillofac Implants 17(4): 467–72.

Toyoshima, T., et al. (2011). "Primary stability of a hybrid self-tapping implant compared to a cylindrical non-self-tapping implant with respect to drilling protocols in an ex vivo model." Clin Implant Dent Relat Res 13(1): 71–8.

Weber, H. P., et al. (2000). "A 5-year prospective clinical and radiographic study of non-submerged dental implants." Clin Oral Implants Res 11(2): 144–53.

Zhao G., et al. (2005). "High surface energy enhances cell response to titanium substrate microstructure.". J Biomed Mater Res A; 74: 49–58.

International Headquarters
Institut Straumann AG
Peter Merian-Weg 12
CH-4002 Basel, Switzerland
Phone +41 (0)61 965 11 11
Fax +41 (0)61 965 11 01

OsseoSpeed™ et Astra Tech™ sont des marques déposées d'Astra Tech AB, Suède.
Tapered Screw Vent® et Zimmer® sont des marques déposées de Zimmer Dental Inc, États-Unis.
ScrewPlant™ et Implant Direct® sont des marques déposées d'Implant Direct, États-Unis.
Osstem™ est une marque commerciale d'Osstem Company Ltd., Séoul, Corée.
GS II Fixture est une marque d'Osstem Company Ltd., Séoul, Corée.

© Institut Straumann AG, 2012. Tous droits réservés.
Straumann® et/ou les autres marques commerciales et logos de Straumann® mentionnés ici sont des marques commerciales ou marques déposées de Straumann Holding AG et/ou de ses sociétés affiliées. Tous droits réservés.

Les produits Straumann sont marqués CE 07/12 153.908/fr